



INSTITUTO
NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA

URUGUAY



ALTERNATIVAS DE USO DE IATF EN GANADERÍA EXTENSIVA

Setiembre, 2020

SERIE
FPTA-INIA

88

ALTERNATIVAS DE USO DE IATF EN GANADERÍA EXTENSIVA

PROYECTO FPTA 302.

Efecto de dos tipos de destete temporario previo a dos protocolos de IATF sobre variables productivas y reproductivas en diferentes categorías de un rodeo de cría

Responsable Técnico: Juan Bolívar Rodríguez Blanquet

Institución ejecutora: Facultad de Agronomía, Universidad de la República

Equipo Técnico: Ing. Agr. Juan Bolívar Rodríguez Blanquet¹
Ing. Agr. Telmo D'Amado¹
DMV. Elize Van Lier (MSc, PhD)¹
DMV. Carlos Batista (MSc)¹
Ing. Agr. Oscar Bentancur (MSc)²
Téc. Agr. Andrés Rodríguez³
Téc. Agr. Mario Elizalde³

¹Departamento de Producción Animal y Pasturas. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.

²Biometría, Estadística y Computación, Facultad de Agronomía. Universidad de la República.

³Escuela Agraria La Carolina (CETP, UTU, ANEP).

Título: ALTERNATIVAS DE USO DE IATF EN GANADERÍA EXTENSIVA

Responsable Técnico: Juan Bolívar Rodríguez Blanquet

Institución ejecutora: Facultad de Agronomía, Universidad de la República

Equipo Técnico: Ing. Agr. Juan Bolívar Rodríguez Blanquet
Ing. Agr. Telmo D'Amado
DMV Elize Van Lier (MSc, PhD)
DMV Carlos Batista (MSc)
Ing. Agr. Oscar Bentancur (MSc)
Tec. Agr. Andrés Rodríguez
Tec. Agr. Mario Elizalde

e-ISBN: 978-9974-38-446-0

Serie: FPTA N° 88

© 2020, INIA

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA
Avda. Italia 6201, Edificio Los Guayabos, Parque Tecnológico del LATU,
Montevideo - Uruguay
<http://www.inia.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr. José Bónica - Presidente

Ing. Agr. Walter Baethgen - Vicepresidente



**Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca**

Ing. Agr. Rafael Secco

Ing. Agr. Martín Gortari



Ing. Agr. Alberto Bozzo

Ing. Agr. Alejandro Henry



FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) fue instituido por el artículo 18° de la ley 16.065 (ley de creación del INIA), con el destino de financiar proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario del Uruguay, no previstos en los planes del Instituto.

El FPTA se integra con la afectación preceptiva del 10% de los recursos del INIA provenientes del financiamiento básico (adicional del 40/00 del Impuesto a la Enajenación de Bienes Agropecuarios y contrapartida del Estado), con aportes voluntarios que efectúen los productores u otras instituciones, y con los fondos provenientes de financiamiento externo con tal fin.

El FPTA es un instrumento para financiar la ejecución de proyectos de investigación en forma conjunta entre INIA y otras organizaciones nacionales o internacionales, y una herramienta para coordinar las políticas tecnológicas nacionales para el agro.

Los proyectos a ser financiados por el FPTA pueden surgir de propuestas presentadas por:

- a) los productores agropecuarios, beneficiarios finales de la investigación, o por sus instituciones.
- b) por instituciones nacionales o internacionales ejecutoras de la investigación, de acuerdo a temas definidos por sí o en acuerdo con INIA.
- c) por consultoras privadas, organizaciones no gubernamentales o cualquier otro organismo con capacidad para ejecutar la investigación propuesta.

En todos los casos, la Junta Directiva del INIA decide la aplicación de recursos del FPTA para financiar proyectos, de acuerdo a su potencial contribución al desarrollo del sector agropecuario nacional y del acervo científico y tecnológico relativo a la investigación agropecuaria.

El INIA a través de su Junta Directiva y de sus técnicos especializados en las diferentes áreas de investigación, asesora y facilita la presentación de proyectos a los potenciales interesados. Las políticas y procedimientos para la presentación de proyectos son fijados periódicamente y hechos públicos a través de una amplia gama de medios de comunicación.

El FPTA es un instrumento para profundizar las vinculaciones tecnológicas con instituciones públicas y privadas, a los efectos de llevar a cabo proyectos conjuntos. De esta manera, se busca potenciar el uso de capacidades técnicas y de infraestructura instalada, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de los recursos nacionales para resolver problemas tecnológicos del sector agropecuario.

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria contribuye de esta manera a la consolidación de un sistema integrado de investigación agropecuaria para el Uruguay.

A través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), INIA ha financiado numerosos proyectos de investigación agropecuaria a distintas instituciones nacionales e internacionales. Muchos de estos proyectos han producido resultados que se integran a las recomendaciones tecnológicas que realiza la institución por sus medios habituales.

En esta serie de publicaciones, se han seleccionado los proyectos cuyos resultados se considera contribuyen al desarrollo del sector agropecuario nacional. Su relevancia, el potencial impacto de sus conclusiones y recomendaciones, y su aporte al conocimiento científico y tecnológico nacional e internacional, hacen necesaria la amplia difusión de estos resultados, objetivo al cual se pretende contribuir con esta publicación.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a los estudiantes de tesis (Facultad de Agronomía, UDELAR) y de la Escuela Agraria La Carolina (CETP, UTU, ANEP) así como a la Dirección de dicha Institución por facilitarnos los animales como su infraestructura para realizar este Proyecto. Al Ing. Agr. Francisco Albisu por posibilitarnos ejecutar en su empresa uno de los 3 años del Experimento I. Mi agradecimiento personal a dos funcionarios de la Escuela Agraria: Tec. Agr. Andrés Rodríguez y Téc. Agr. Mario Elizalde por poner esfuerzo en tareas rurales que iban más allá de su función.

Por último al Ing. Agr. Telmo D'Amado, además de su trabajo en el Proyecto, por leer este manuscrito y a la Dra. Elize Van Lier también por leerlo y realizar los cuadros y figuras. Ambos realizaron observaciones a los 4 capítulos que los mejoraron notoriamente.

CONTENIDO

	Página
Alternativas de uso de IATF en ganadería extensiva	9
Introducción general	9
Capítulo I. Técnicas aplicadas en reproducción animal con especial referencia a inseminación artificial en bovinos	10
Introducción	10
Aplicación de diferentes biotecnologías en reproducción animal	10
¿Por qué usar inseminación artificial en ganadería extensiva?	12
Inseminación artificial vs. servicio natural	14
Conclusiones	15
Bibliografía	15
Capítulo II. Importancia de la fecha de parto sobre la actividad productiva y reproductiva de un rodeo de cría	16
Introducción	16
Relación entre fecha de parto con el anestro posparto y fertilidad posterior	16
Relación entre fecha de parto y el peso al destete de los terneros	19
Influencia de la fecha de nacimiento de la ternera en relación a la fecha de parto de su madre sobre su futura actividad productiva y reproductiva	22
Influencia sobre la ternera	22
Influencia sobre el ternero	24
Implicancias de los conceptos analizados en docencia, investigación y producción de carne	25
Conclusiones	25
Bibliografía	26
Capítulo III. Uso de IATF en vacas para carne (<i>Bos taurus</i>) ciclando y en anestro para mejorar su comportamiento productivo y reproductivo	27
Introducción	27
Protocolos hormonales para sincronizar ovulaciones en vacas cíclicas y para inducir las en vacas en anestro	28
Exposición por un corto período a una fuente exógena de progestina	28
Inyectar estrógeno o GnRH al momento de comenzar el tratamiento con progestinas	29
Inyectar PGF ₂ α luego del dispositivo liberador de progestina	29
Inyectar estrógeno, GnRH, eCG o un destete temporario de corta duración luego de la extracción de la progestina	30
Factores que afectan el éxito de la IATF	35
Momento para inseminar a tiempo fijo	37
Protocolos de sincronización y/o inducción de celos y ovulaciones	41
Presente y futuro de la IATF en Uruguay	47
Conclusiones	47
Bibliografía	48

Capítulo IV. PROYECTO FPTA 302 Efecto de dos tipos de destete temporario previo a dos protocolos de IATF sobre variables productivas y reproductivas en diferentes categorías de un rodeo de cría	55
INTRODUCCIÓN	55
MATERIALES Y MÉTODOS	55
Animales	55
Sincronización/inducción e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)	56
Destetes temporarios y manejo de los terneros	56
Condición corporal, extracción de sangre y determinación de celo y preñez	58
Análisis de laboratorio	58
Experimentos	58
Experimento I	58
Experimento II	60
Experimento III	61
Experimento IV	61
Análisis estadístico	61
RESULTADOS	62
Experimento I	62
Experimento II	63
Experimento III	64
Experimento IV	66
DISCUSIÓN GENERAL	68
PROPUESTA DE UN MANEJO DEL SERVICIO PARA UN RODEO DE CRÍA	74
INVESTIGACIONES FUTURAS	76
BIBLIOGRAFÍA	77

PREFACIO

El Proyecto FPTA 302 titulado «*Efecto de dos tipos de destete temporario previo a dos protocolos de IATF sobre el porcentaje de preñez y el siguiente comportamiento de los terneros en vacas para carne*» bajo responsabilidad del Ing. Agr. Juan Bolivar Rodriguez (Facultad de Agronomía – UDELAR) fue ejecutado entre el 1° de Julio del 2014 y el 30 de Noviembre de 2017.

Los resultados de dicho proyecto se presentan, dentro de esta publicación, en el capítulo IV «*Efecto de dos tipos de destete temporario previo a dos protocolos de IATF sobre variables productivas y reproductivas en diferentes categorías de un rodeo de cría*». Todas las opiniones vertidas son responsabilidad del autor.

Alternativas de uso de IATF en ganadería extensiva

Proyecto FPTA 302

Período de Ejecución: 06/2014- 12/2017

INTRODUCCIÓN GENERAL

La inseminación artificial (IA) en los rodeos de cría a nivel mundial, regional y local fue muy poco usada, por lo menos hasta fin del siglo pasado. La presente publicación comienza con tres capítulos para ubicar la inseminación artificial en el contexto de las técnicas reproductivas a nivel regional y mundial (Capítulo I), comprender los objetivos de sincronización e inducción de ovulaciones (Capítulo I y II) y entender la tecnología reproductiva de IATF (Capítulo III) que no solamente sirve para la introducción de material genético sino como una herramienta de manejo del rodeo de cría tal como lo muestran los resultados del presente Proyecto (Capítulo IV). Este último capítulo, base de esta publicación, presenta los resultados de cuatro experimentos correspondientes a las categorías que componen un rodeo de cría, que fue financiado por INIA (Proyecto 302). Este Proyecto tuvo como objetivo la evaluación de protocolos de IA que produjeran ovulaciones en muy poco tiempo en hembras ciclando normalmente (Vaquillonas, Experimento I: sincronización de ovulaciones) como también en vacas en anestro posparto (Vacas primíparas de parición temprana, Vacas multíparas de parición temprana y Vacas multíparas de parición tardía correspondientes a los Experimentos II, III y IV: inducción de ovulaciones). De esta forma se puede controlar la fecha de concepción y por ende la fecha de parto. Es por esto que en el Capítulo II se hace una revisión exhaustiva sobre este tema donde consideramos

que se demuestra que la fecha de parto afecta la productividad de por vida de esa vaca, así como la de su progenie. En el Capítulo III se expone las bases fisiológicas y endocrinológicas en la que se sustenta esta tecnología (sincronización/inducción de ovulación), explicando el tratamiento más usado en América del Sur, así como el recientemente propuesto por el Dr. Gabriel Bo, y luego modificado por el Dr. Alejo Menchaca. Este tratamiento solo se ha experimentado en vaquillonas de diferentes edades. Este Proyecto, con sus 4 Experimentos, del que presentamos los resultados en el Capítulo IV, abarcan todas las categorías de un rodeo de cría.

Consideramos que lo fundamental al introducir sincronización e inducción de ovulaciones es el incremento del porcentaje final de preñez (por generar más oportunidades de concepción) y además controlar y concentrar la fecha de concepción y por ende la fecha de parto en poco tiempo. Esto permite, entre otras ventajas, controlar indirectamente la nutrición pre y posparto de la hembra, uno de los factores más importantes que afectan el anestro posparto.

Por lo tanto, tenemos la convicción que sincronizar o inducir ovulaciones constituye una herramienta más de manejo del rodeo de cría. Tiene otras ventajas (Capítulo I), además de ser factible de usar en diferentes condiciones productivas extensivas, sin dejar de reconocer la importancia económica de incorporar determinado material genético en un rodeo de cría.

CAPÍTULO I

Técnicas aplicadas en reproducción animal con especial referencia a inseminación artificial en bovinos

INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial (IA) es la biotecnología que más impacto ha tenido en la dispersión de genes de alto valor, especialmente en bovinos para leche. Con todo, a nivel mundial, no se ha desarrollado como era de esperar en bovinos para carne. Una de las razones es que, en condiciones extensivas, su aplicación puede ser dificultosa cuando se realiza en forma convencional. Primero hay que tener presente que la información disponible en los últimos 13 años sobre el uso de las diferentes tecnologías reproductivas a nivel mundial es muy escasa. El propósito de este capítulo es mostrar (con la información disponible) a que nivel está la IA en bovinos respecto a otras

tecnologías reproductivas, su comparación con servicio natural y las ventajas que representa usarla sincronizando y/o induciendo las ovulaciones en diferentes condiciones, fundamentalmente en ganadería extensiva.

APLICACIÓN DE DIFERENTES BIOTECNOLOGÍAS EN REPRODUCCIÓN ANIMAL

La primera biotecnología fue la IA, que comenzó a desarrollarse luego de la 2ª Guerra Mundial. Le han seguido 5 tecnologías reproductivas como se muestra en la Figura 1. En esta figura podemos ver el número de animales implicados en cada

Primera generación
1945 - Inseminación Artificial: ≈ 100 millones/año
Segunda generación
1975 - Transferencia de embriones: ≈ 0,5 millones/año
Tercera generación
1990 - Sexado de embriones: varios miles/año
1992 - Fertilización In Vitro: varios miles/año
1995 - Clonación
Cuarta generación
Fines siglo XX- Transgénesis

Figura 1. Desarrollo de biotecnologías modernas y comercio de germoplasma. Adaptado de Thibier, 2005.

Cuadro I. Número de unidades (x10⁶) de semen vendidas de bovinos para carne y leche en EEUU (extraído de NAAB sitio <http://www.naab-css.org>) y Brasil (extraído de ASBIA sitio <http://www.asbia-org.br/novo/home/>).

Año	EEUU Total	EEUU Carne	EEUU Leche	Brasil Total	Brasil Carne	Brasil Leche
2008	22,5	1,3	21,2	7,5	3,7	3,8
2009	21,1	1,2	19,9	8,2	4,5	3,7
2010	22,9	1,2	21,7	9,6	5,5	4,1
2011	23,9	1,4	22,5	11,9	7,0	4,9
2012	24,7	1,7	23,0	12,3	7,4	4,9
% crecimiento/año (2008-2012)	2,4%	6,9%	2,1%	13,2%	18,9%	6,6%
2012	24,7	1,7	23,0	12,3	7,4	4,9
2013	24,7	1,8	22,9	13,2	7,7	5,4
2014	25,6	2,2	23,4	12,0	7,1	4,9
2015	26,4	2,7	23,7	12,6	8,3	4,3
2016	24,9	2,4	22,5	11,7	8,0	3,7
2017	25,7	2,5	23,2	12,1	8,1	4,0
% crecimiento/año (2012-2017)	0,8%	8,0%	0,2%	-0,3%	1,8%	-4,0%
% crecimiento/año Total (2008-2017)	1,5%	7,5%	1,0%	5,5%	9,1%	0,6%

tecnología, así como el año en que comenzó a desarrollarse. Llama la atención el incremento de la IA en bovinos para carne tanto en EEUU como en Brasil (Cuadro I), y en este último supera a la IA en bovinos para leche. Es de resaltar que en Brasil entre 2008 y 2012 hubo un incremento promedio anual de 18,9% en venta de semen en bovinos para carne, pero no tanto en EEUU (6,9%) (Cuadro I). Es importante destacar que en Brasil casi todas esas inseminaciones se realizaron con protocolos hormonales que usan IATF (Baruselli y col., 2012). Esto tiene sentido ya que las razas en Brasil son mayoritariamente cebuinas, que en un porcentaje mediano a alto comienzan y terminan el celo en la noche (Pinheiro y col., 1998). Por lo tanto, la determinación de celo por la regla AM/PM sería muy poco efectiva. De todos modos, en EEUU hubo un importante incremento anual en el uso de la IA (7,5%) en el período total evaluado (Cuadro I). Esto puede deberse a la gran variedad de protocolos sencillos y efectivos de sincronización de ovulaciones que se han desarrollado en los últimos años. La IA ha tenido un enorme incremento en el mundo, fundamentalmente en bovinos para leche, aunque en Brasil ocurre lo

contrario: se vende marcadamente más dosis de semen de bovinos para carne que para leche. Sin embargo, en el mundo, en bovinos para carne, el porcentaje es menor que en bovinos para leche. En EEUU, a fines de la década de 1990, el porcentaje de vacas para carne inseminadas fue del 5% (NAHMS, 1998) y ha incrementado en 1% (hasta alcanzar un 6%) en los últimos años, suponiendo 40 millones de hembras que están aptas para el servicio anualmente. Aún así, en un estado ganadero de ese país como lo es Texas, Williams (1990) mostró que su uso era del 13%. Es de esperar que también haya incrementado al momento actual.

En la región, en 2013, fueron inseminadas usando IATF 3 y 8 millones de vacas en Argentina y Brasil, respectivamente (Bo y Baruselli, 2014). En Uruguay, Gil (2002), en base a una encuesta, publicó que un 10% de nuestro rodeo de carne usa IA, fundamentalmente en vaquillonas y vacas secas. El Censo General Agropecuario 2011 mostró que al 15,8% (600/3865, en miles) de las vacas de cría y vaquillonas se les realizaba IA sin especificar el protocolo usado.

Cuadro II. Número de hembras en servicio y número y porcentaje de hembras a las que se les realizó inseminación artificial (IA) (40% corresponde ganado y búfalo), y la relación entre hembras en servicio e inseminadas (%).

Regiones	Nº de hembras en servicio (10 ⁶) (A)	Nº de hembras con IA (10 ⁶) (B)	% de hembras con IA	Relación B/A (%)
África	51,6	0,9	0,8	1,7
Norteamérica	45,2	11,2	10,1	24,8
Sudamérica	124,5	1,4	1,2	1,1
Europa	61,8	37,7	34,2	61,1
Lejano Oriente (a)	236,9	58,2	52,7	24,6
Cercano Oriente (b)	23,4	1,1	1,0	4,6
Total	543,3	110,4	100,0	20,3

(a): China, Japón, Corea, Malasia.

(b): Turquía, Siria, Jordania, Israel, Irak, Palestina.

Adaptado de Thibier, 2005.

Es posible pensar que esta biotecnología se está incrementando tanto en el mundo como en Uruguay debido posiblemente a los nuevos protocolos hormonales que la hacen mucho más sencilla de realizar. En el Cuadro II se muestra la totalidad de hembras que hay en el mundo (cabras, cerdas, vacas, etc.) aptas para servicio y las que son inseminadas. De ese total, el 40% son hembras bovinas y búfalas. Como se muestra en este cuadro, el 20% son inseminadas artificialmente variando enormemente esta proporción para cada continente y zona. Esta información es del 2005. Es posible que el porcentaje se haya incrementado, como ya fue expresado, debido al cúmulo de información científica disponible respecto a protocolos de inducción y sincronización de ovulaciones. La expansión de la IA en ganadería extensiva para carne tiene algunas limitaciones. Una de ellas la representan las malas condiciones estructurales para aplicarla (mangas, cepos, potreros grandes, etc.). Otras de importancia son la falta de entrenamiento del personal en la técnica de canulación, descongelamiento de semen y determinación de celo. Otra posible limitación es que normalmente no se realiza un análisis económico de la IA convencional, con ovulación sincronizada o inducida con respecto al servicio natural.

Consideramos que hay que realizar esfuerzos para que las limitaciones de su uso desaparezcan de la empresa pecuaria nacional. Esto se basa que en determinadas situaciones (enfermedades reproductivas, servicios muy largos, partos con-

centrados al final del período, etc.), esta biotecnología presenta ventajas biológicas y económicas, fundamentalmente cuando sus ovulaciones son sincronizadas y/o inducidas en una amplia gama de condiciones. No hay información disponible de todo el país de IA usando sincronización e inducción de ovulaciones a través de IA a tiempo fijo (IATF).

¿POR QUÉ USAR INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GANADERÍA EXTENSIVA?

La IA permite introducir material genético costoso y/o exótico, realizar un programa de cruzamientos con relativa facilidad, comprar y/o mantener menos toros, y evitar enfermedades venéreas. Un punto clave en el manejo de un rodeo de cría es la fecha de parto de las vacas. La vaquillona que se preña al principio del período de servicio (primeros 25 días) es más productiva por el resto de su vida (ver Capítulo II de este informe). Las vacas multíparas, lógicamente, serán más productivas también por el resto que les queda de sus vidas reproductivas si paren temprano en el período de parición (ver Capítulo II). Pero no solamente esto, también la ternera nacida temprano durante el período de parición es más productiva como vaca por el resto de su vida (Funston y col., 2012). También el ternero, como futuro novillo, muestra ventajas respecto al nacido más tarde.

Con los protocolos disponibles al momento actual podríamos tener 2 ovulaciones (con o sin

celo en la primera) en un período de 25 días (ciclo estral = 21 ± 4 días), pudiendo presentar una alta concentración de concepciones el primer día de servicio. De otra manera, se podría tener 2 posibilidades de preñez donde en forma natural se obtendría solamente una. Si suponemos que una vaca falla el día de la IATF (día 0), manifestando celo, podría mostrar celo y tendría la posibilidad de concebir alrededor de los 21 días. Con entore solo mostrará celo una sola vez (entre los días 0 y 21 ± 4). Algo muy similar sucede cuando aplicamos el protocolo de doble dosis de PGF 2α con un intervalo de 14 días (Rodríguez Blanquet, 2003). Esta es una razón muy importante por la cual consideramos que no es adecuada la IA convencional (determinación de celo dos veces diarias durante un ciclo estral), sino la IA que sincroniza o induce las ovulaciones. Los protocolos de IATF hacen que vaquillonas prepúberes y vacas en anestro (en determinadas condiciones) ovulen (inducción de ovulaciones) en muy poco tiempo. La fecha de concepción, y por ende la de parto, puede ser controlada utilizando algunos de los protocolos de sincronización e inducción de ovulaciones si se realizan en forma técnicamente correcta. Con estas tecnologías hacemos que un gran porcentaje del rodeo ovule en pocas horas o días según el protocolo elegido.

No sería razonable, desde un punto de vista económico y técnico, mantener un alto porcentaje de toros para poder preñar esas vacas. Es aquí donde, en una gran variedad de situaciones, el uso de IA sincronizada o inducida se hace simple, exitoso y económico. El uso de la IA sincronizando o induciendo las ovulaciones presenta ventajas adicionales a las ya marcadas respecto a la IA convencional o servicio natural, tal como se detalla a continuación.

- 1) Permite acortar el período de servicio y por lo tanto agrupar los partos, con la ventaja de que las vacas que paren agrupadas y temprano:
 - a) producen terneros más homogéneos y más pesados a fecha fija;
 - b) tienen un período más largo desde el parto al comienzo del servicio siguiente, lo que a su vez posibilitaría tener mejores niveles nutritivos posparto antes del próximo servicio;
 - c) permiten un mejor control del nivel nutritivo preparto, y por ende mejor control de la condi-

ción corporal estático y dinámico al parto. Además, se puede concentrar los partos en un momento tal que la vaca pueda mantener o aumentar su condición corporal desde el parto hasta el momento de comienzo el servicio;

- d) hacen viable una mejor asistencia, más enfocada y especializada, durante la parición.
- 2) Si se deseara, se realizaría mejor la determinación de celos que haciéndola en un esquema de IA convencional.
- 3) Al concentrarse los partos, facilita la práctica del destete precoz.
- 4) Se pueden evitar más fácilmente las enfermedades venéreas al evadirse muchas montas naturales.

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL VS. SERVICIO NATURAL

Se presume que el servicio natural incrementa el desempeño reproductivo de la vaca con respecto al uso de IA. Esta afirmación se basa en que se considera que el toro es mejor detector de celos que el ser humano y que la preñez por el toro es más alta que la de IA. Los Cuadros III y IV nos dan elementos para afirmar que no hay diferencias en variables reproductivas en vaquillonas y vacas secas entre monta natural e IA cuando esta biotecnología se realiza en forma correcta. En el Cuadro III se compara 3 tratamientos: IA, vacas con toro 2 veces diarias y toros en forma continua. No se encontró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos respecto a las variables reproductivas estudiadas.

El Cuadro IV muestra resultados donde se evaluó un dispositivo electrónico (Heat Watch) que en tiempo real muestra cuando una vaca comienza, mantiene y termina el celo contra observación visual junto a una ayuda (pintura en el anca) para la detección de celo (Xu y col., 1999). En esta información tampoco hubo diferencia estadística entre los dos tratamientos. Si el dispositivo electrónico evaluado lo asimilamos a servicio natural, esta información está mostrando que no hubo diferencia entre usar toros o IA con detección de celos. Rodríguez Blanquet y col. (1992) obtuvieron un 86% (n=344) de determinación de celos del 88% teórico (Watts y Fuquay, 1985; Figueroa y col., 1988 y Berardinelli y Adair,

Cuadro III. Comportamiento reproductivo de vacas lecheras con y sin exposición a toro.

Características reproductivas	Sin toro	2 veces/día con toro	Toro continuo
% concepción al 1 ^{er} servicio	46	53	40
Servicios / concepción	2,1	2,2	1,9
Días vacías	124	127	111

Adaptado de Shipka y Ellis, 1999.

Cuadro IV. Eficiencia y exactitud en la detección de celos por dos métodos.

	Heat Watch	Observación visual + Pintura en el anca
Nº de vacas	94	95
Total de celos	121	122
Celos detectados	111	120
Celos errados	10	2
Eficiencia (%) (a)	91,7 (111/121)	98,4 (120/122)
Celos falsos	0	3
Exactitud (%) (b)	100 (111/111)	97,5 (117/120)

(a) **EFICIENCIA** = N° de celos detectados sobre el total de vacas en un determinado tiempo.

(b) **EXACTITUD** = N° de celos verdaderos sobre N° de celos detectados en un determinado tiempo.

Adaptado de Xu y col., 1999.

1989) en una inseminación sincronizada aplicando PGF2 α el día 5 (día 0 = comienzo de la IA) del ciclo estral. En ese experimento se determinaba celo en forma visual, por conducta homosexual, 2 veces por día con diferencia de 10-12 horas por un período mínimo de 45 minutos durante 6 días luego de la aplicación de la PGF2 α . Stevenson y Brito (1977) no obtuvieron diferencia en exactitud en la determinación de celos entre bovinos androgenizados y observación visual. Kiser y col. (1977) no encontraron diferencia en la determinación de celo entre un observador bien entrenado, toro con desviación de pene y vacas androgenizadas. Otro factor que se tiene en cuenta para decidirse por el servicio natural es que se considera menos costoso que la IA. Overton (2005) realizó un análisis económico en bovinos para leche comparando IA sincronizada y servicio natural para determinadas condiciones de EEUU. Este autor mostró que la IA sincronizada tiene un costo menor en US\$ 10/vaca que el servicio natural. Rodríguez Blanquet (2003) en un análisis similar comparó servicio natural e IA teniendo en consideración el número de vacas, precio del semen, precio del toro y porcentaje de toros a usar (3 y 4%). Este autor mostró que en algunas situaciones es más económico realizar IA que servicio natural, y más aún

si es sincronizada con PGF2 α . El servicio natural presenta costos que normalmente no se tiene en cuenta. Estos son el mantenimiento del toro, su sanidad y la compra de un mayor número de toros nuevos para reemplazar los viejos. Además, el servicio natural tiene riesgos que la IA no presenta. Así, los toros pueden tener problemas de fertilidad, pueden lastimarse y no servir más, pueden lastimar al personal que trabaja con ellos, ocasionar roturas, pueden ser «malos» genéticamente en aquellos caracteres en que la empresa pecuaria tiene interés, y pueden introducir enfermedades venéreas. El progreso genético en uno o varios caracteres en los que pueda tener interés una empresa pecuaria se obtendrá si se usa semen de toros evaluados por esos caracteres. Podría comprarse un toro con las mismas características genéticas del toro donante de ese semen y usar el toro en servicio natural. Pero ese toro solo podrá servir alrededor de 50 vacas mientras que con IA el número es extraordinariamente alto. Esa ganancia genética, al utilizar semen de un toro evaluado genéticamente, hay que considerarla al hacer una evaluación económica contrastando servicio natural vs. IA como lo realizó Overton (2005).

CONCLUSIONES

En los últimos 60 años, la IA es la biotecnología reproductiva que ha mostrado el uso más amplio a nivel mundial, principalmente en bovinos para leche. Nuestra creencia es que en el corto a mediano plazo la IA tendrá un gran desarrollo en bovinos para carne en condiciones extensivas. Esto será debido a los protocolos de sincronización e inducción de ovulaciones ya conocidos y los que la investigación aporte en los próximos años. Nuestra opinión es que la IA sincronizada y/o inducida, en una gran variedad de situaciones, es simple, exitosa y económica.

BIBLIOGRAFÍA

- BARUSELLI, P.S.; J.N. SALES; R.V. SALA; L.M. VIERA and M.F. Sa FILHO (2012). History, evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil. *Anim. Reprod.* 9: 139-152.
- BERARINELLI, J.G. and R. ADAIR (1989). Effect of prostaglandin F2a dosage and stage of estrous cycle on the estrous response and corpus luteum function in beef heifers. *Theriogenology* 32: 301-314.
- BO, G.A. and P.S. BARUSELLI (2014). Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Animal* 8: 144-150.
- CENSO GENERAL AGROPECUARIO (2011). Resultados definitivos. MGAP. Estadísticas Agropecuarias. *DIEA*. Uruguay.
- FIGUEROA, M.R.; J.W. FUQUAY and S.N. SHIPLEY (1988). Synchronization of estrus in early diestral dairy heifers with Prostaglandin F2 α and Estradiol Benzoate. *Theriogenology* 30: 1093-1097.
- FUNSTON, R.N.; J.A. MUSGRAVE; T.L. MEYER and D.M. LARSON (2012). Effect of calving distribution on cattle progeny performance. *J. Anim. Sci.* 90: 5118-5121.
- GIL, A. (2002). Manejo de rodeos de cría de bovinos para carne en Uruguay. Seminario de Actualización Técnica: Cría y recría ovina y vacuna. *Serie de Actividades de Difusión* 288: 71-80. INIA.
- KISER, T.E.; J. BRITT and H.D. RITCHIE (1977). Testosterone treatment in cows for use in detection of estrus. *J. Anim. Sci.* 44: 1030-1035.
- NAHMS (1998). Pages 1-48 in Changes in US beef cow – calf producers. Part IV. National Animal Health Monitoring Service, USDA-APHIS Center for Epidemiology and Animal Health, Fort Collins, CO.
- VERTON, M.W. (2005). Cost comparison of natural service sires and artificial insemination for dairy cattle reproductive management. *Theriogenology* 64: 589-602.
- PINHEIRO, O.; C. BARROS; R. FIGUEREDO; E. VALLE; R. ENCARNACAO and C. PADOVANI (1998). Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2 α or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology* 49: 667-681.
- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B.; O. FORNIO; C. PARIETTI; T. REVELLO y L. SALVARREY (1992). Sincronización de celos en vaquillonas Hereford con dosis reducidas de PGF2 α . *Producción Animal (Buenos Aires, Argentina)* 12: 437-441.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. (2003). Métodos de uso de prostaglandina F2 α para sincronizar celos y ovulaciones en bovinos de carne: una Discusión Crítica. *Agrociencias* VII (1): 92-104.
- SHIPKA, M.P. and L.C. ELLISS (1999). Effects of bull exposure on postpartum ovarian activity of dairy cows. *Anim. Rep. Sci.* 54: 237-244.
- STEVENSON, J. and J. BRITT (1977). Detection of estrus by three methods. *J. Dairy Sci.* 60: 1994-1998.
- THIBIER, M. (2005). The zootechnical applications of biotechnology in animal reproduction: current methods and perspectives. *Repro. Nutr. Dev.* 45: 235-242.
- WATTS, T.L. and J.W. FUQUAY (1985). Respose and fertility of dairy heifers following inyection with PGF2a during early, middle and late diestrus. *Theriogenology* 23: 655-666.
- WILLIAMS, G.L. (1990). Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 68: 831-852.
- XU, Z.Z.; D.J. McKNIGHT; R. VISHWANETH; C.J. PITA and L.J. BURTON (1998). Estrus detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 81: 2890-2896.

CAPÍTULO II

Importancia de la fecha de parto sobre la actividad productiva y reproductiva de un rodeo de cría

INTRODUCCIÓN

El objetivo primario para mejorar la eficiencia biológica de producción de un rodeo de cría es obtener los mayores porcentajes de destete (Davis y col., 1983). Dziuk y Bellows (1983) muestran que el fallo en la concepción de las vacas de un rodeo de cría es el factor que más afecta la producción de terneros. Bellows (1976) mediante un ejemplo, presenta que tanto el porcentaje de destete como el peso al destete de los terneros son los factores que afectan los kg de ternero producidos por vaca entorada, siendo el primero el que más incide sobre el índice descrito. Por lo tanto, obtener el mayor conocimiento sobre los factores ambientales y de manejo que mejoren la cantidad de terneros logrados, así como el mayor peso al destete posible por vaca servida y por unidad de superficie es un objetivo deseable en producción de carne. El propósito de este capítulo es analizar los efectos de la fecha de parto de una vaca sobre la fertilidad siguiente y subsiguiente y, por lo tanto, sobre la producción de por vida de la misma. Así también se discute el efecto del momento de nacimiento de la ternera y ternero en un período de parición de alrededor de 100 días sobre su actividad productiva y reproductiva a lo largo de su vida.

RELACIÓN ENTRE FECHA DE PARTO CON EL ANESTRO POSPARTO Y FERTILIDAD POSTERIOR

Morris (1980) resumió estimaciones de varios autores para correlaciones y regresiones del intervalo parto – 1^{er} celo sobre la fecha de parto anterior para vacas y vaquillonas. Nueve de las once regresiones fueron negativas. Dentro de las estimaciones negativas, el promedio de las regresiones indicó un intervalo parto – 1^{er} celo de 0,65 día más corto, por cada día que la vaca paría más tarde. Esto quiere decir que por cada 21 días más tarde que para una vaca, la fecha del primer celo posparto se adelanta en 14 días. En resumen, las vacas que paren más tarde tienen un intervalo parto – 1^{er} celo más corto que las que paren más temprano. La información suministrada se refiere principalmente a experimentos o datos de campo con partos concentrados de primavera (la mayoría de las vacas parían dentro de 100 días).

Otro ejemplo es de Burris y Priode (1958), quienes dieron altos niveles de alimentación en un experimento donde las vacas parían en fines de invierno-comienzo de primavera. Los investigadores estimaron una regresión de la fecha del segundo parto sobre la fecha del primero de +0,32 día por día para tres razas (correlación de 0,37). Esto quiere decir que, dentro de las vacas que volvían a concebir, la vaca que paría tarde un año tendía a parir más tarde al año siguiente. Los investigadores encontraron una relación estrecha entre el porcentaje que fallaba en el siguiente año y la

Cuadro I. Comportamiento reproductivo por fecha de parición.

Días previos de parición	1-20	21-40	41-60	61-80	81-100
Vacas preñadas en el período siguiente	93,1	90,6	87,1	82,1	73,9

Adaptado de Burris y Priode, 1958.

fecha de parto del año previo (cuando el servicio era de 90 días). De otra manera, podríamos asumir que aquella vaquillona que pare temprano su primer ternero produce más kilos de ternero destetado el resto de su vida debido a que sigue pariendo temprano en las siguientes pariciones y tiene menor probabilidad de fallar que la que pare tarde (Cuadro I).

La correlación entre el porcentaje de vacas que fallaban y la fecha de parto previa (agrupados en períodos de 20 días) fue de +0,95. Franke y Wyatt (1982) estudiaron la influencia de la fecha de parto (en un período de servicio corto) sobre el porcentaje de parición siguiente en un estudio de un cruzamiento rotacional. Todas las combinaciones rotacionales tendían a maximizar el porcentaje de parición cuando parían antes o hasta de la mitad del período de entore en las dos primeras generaciones de este experimento. Por otro lado, Lesmeister y col. (1973) encontraron que las vaquillonas que parían en los primeros 40 días eran más productivas por el resto de sus vidas. Cushman y col. (2013) mostraron que las vaquillonas que parían en los primeros 21 días del período

de parición se mantenían más años en el rodeo antes de no quedar preñadas por primera vez (Figura 1).

Similares resultados obtuvieron estos mismos autores en otro archivo de datos publicados en el mismo trabajo.

En Uruguay, se analizaron 874 registros (raza Hereford) tomados del rodeo de la Estación Experimental M.A. Cassinoni (EEMAC) desde 1979 a 1986 que corresponden a la Tesis de dos de nuestros estudiantes (G. Bello y G. Mestre). El Cuadro II muestra las vacas paridas en los distintos meses (sin distinción de edad al parto) sobre el porcentaje de parición en el año siguiente, promedio de 2 años. Las vacas que parieron temprano tenían mayor porcentaje de parición que las que lo hacían más tarde. Las vacas paridas en septiembre y octubre presentaron mayor porcentaje de parición que las de agosto, noviembre y diciembre. Es interesante observar que las vacas paridas en agosto tenían menor porcentaje de parición que las que parían en setiembre y octubre, aunque parieron antes.

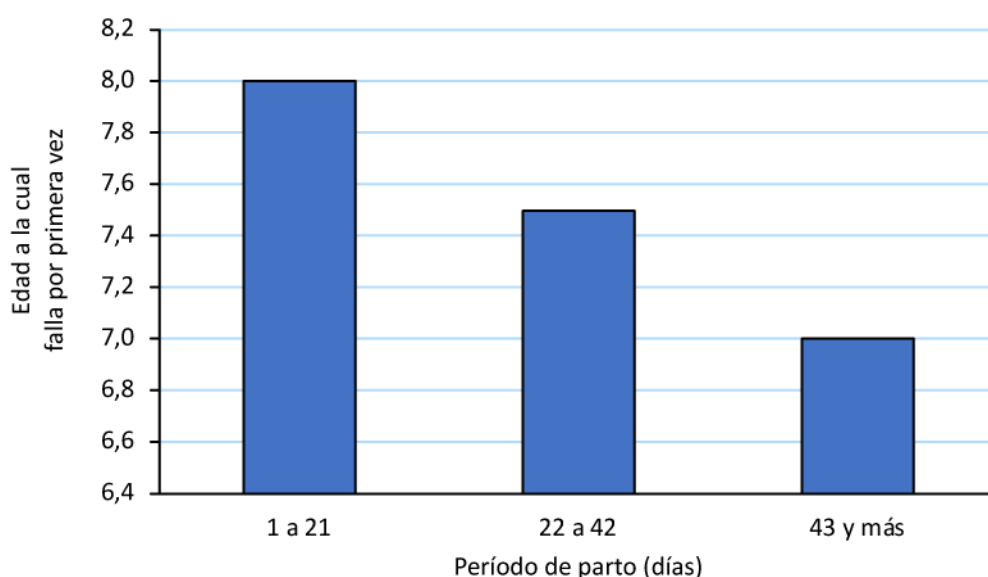


Figura 1. Influencia del período en que la vaca pare sobre el promedio de permanencia (años) en el rodeo. Adaptado de Cushman y col., 2013.

Cuadro II. Efecto del mes de parto sobre la posibilidad de parir en 2 años consecutivos.

Mes de parto	Nº de vacas	% de vacas que volvieron a parir
Agosto	9	44 b
Setiembre	85	64 a
Octubre	304	61 a
Noviembre	179	49 b
Diciembre	83	53 b

a,b,: Letras diferentes difieren significativamente entre sí ($p < 0,01$).

Adaptado de Bello y Mestre, 1991.

Es claro que en el manejo del momento de parto de las vacas cuando no se tiene en cuenta el nivel nutritivo preparto (condición corporal al parto) y el nivel posparto, pueden obtenerse malos resultados reproductivos en los siguientes años. Este concepto es crucial para definir el comienzo de servicio. Con todo hay que tener presente el bajo número de vacas (9) que se muestra en el Cuadro II. Los resultados del intervalo interparto con respecto al mes de parto (Cuadro III) está de acuerdo con los valores negativos de las regresiones publicado por Morris (1980). Si tomamos el largo de gestación como 285 días para todas las vacas tenemos un intervalo parto-concepción de 123, 100, 75 y 53 días para las vacas que paren en septiembre, octubre, noviembre y diciembre respectivamente. Esta información nos está diciendo que las vacas que paren temprano (en un período de parición menor a 100 días), estarían en anestro al comienzo del servicio. Esto fue confirmado por Rodríguez Blanquet (2008) realizando estimaciones de actividad ovárica al comienzo del servicio (determinada por progesterona o ecografía con diferencia de 10-12 días) en distintos años (12), diferentes rodeos (6)

Cuadro III. Efecto del mes de parto sobre el Intervalo Interparto (IIP, días).

Mes de parto	Nº de vacas	IIP (días)
Setiembre ¹	130	408 a
Octubre	227	385 b
Noviembre	104	360 c
Diciembre	46	338 d

¹ El mes de setiembre incluye los partos del mes de agosto
a,b,c,d: Letras diferentes difieren significativamente entre sí ($p < 0,01$)

Adaptado de Bello y Mestre, 1991.

y Departamentos (4) en Uruguay. Hay varios factores que podrían explicar la disminución del intervalo parto-concepción a medida que nos acercamos al verano, con partos de primavera. Estos podrían ser el fotoperíodo (Hansen y Hauser, 1984), la nutrición (Dunn y Kaltenbach, 1980; Hess y col., 2005), el efecto toro (Rodríguez Blanquet, 2002; Rodríguez Blanquet y col., 2016) y las interacciones simples o triple entre ellos. Hansen y Hauser (1984) encontraron un efecto del largo de las horas luz (fotoperíodo) sobre el intervalo parto – 1^{er} celo. Es decir, cuanto más largo eran las horas luz, más se disminuía el intervalo parto – 1^{er} celo. Dunn y Kaltenbach (1980) mostraron la importancia de la condición corporal al parto sobre el porcentaje de celos en vacas para carne.

A mayor condición corporal al parto, el intervalo parto – 1^{er} celo disminuía notoriamente. Las vacas que paren tarde (con partos de primavera) presentan mayor condición corporal que las que paren temprano (fines de invierno, principio de primavera). Esto podría ser una explicación de ese menor intervalo inter-parto, posiblemente interaccionando con el fotoperíodo. La mera presencia del toro disminuiría el intervalo parto – 1^{er} celo y parto-ovulación en distintas categorías. Inclusive, esto se daba cuando el toro recién tenía contacto con el rodeo a los 30 días de parida. Estos tres factores, o como ya fue dicho, la interacción de dos o los tres, podría ser parte de la explicación del signo negativo encontradas en las regresiones de parto– 1^o celo. Además, decisiones de manejo, pueden hacer que aquellas vacas que paren tarde en primavera tengan un intervalo parto-concepción corto. Estas vacas parirán con buena condición corporal por el nivel nutritivo preparto (mediados y fines de primavera) y tendrán un nivel nutricional posparto alto debido

a que entran en el período de servicio en un potrero empastado, reservado de la primavera anterior. El efecto toro y el fotoperíodo estarían ayudando a mejorar la reproducción de esas vacas. El menor porcentaje de preñez de esas vacas puede ser debida que a pesar de tener un intervalo parto – 1^{er} celo corto, tienen pocas oportunidades de celar y ovular durante la época de servicio (por ser corto) y, por lo tanto, disminuye la probabilidad de preñez.

En resumen, los trabajos publicados muestran un mejor comportamiento productivo y reproductivo de las vacas por el resto de su vida si estas conciben al comienzo del período de servicio y con un largo de servicio menor a 100 días con partos de primavera. Pero hay que tener presente que no es una regla fija ya que esto está dependiendo de factores ambientales, genéticos, nutricionales, de manejo y sus interacciones.

RELACIÓN ENTRE FECHA DE PARTO Y EL PESO AL DESTETE DE LOS TERNEROS

Dentro de un período de parición y un mismo genotipo, el ternero que nace temprano, a una fecha fija de destete, pesa más que el que nace tarde, simplemente porque tiene más edad (Cuadros IV, V y VI) sin considerar la ganancia diaria al pie de su madre. Morrow y Brinks (1968) agruparon los partos y el comportamiento de cada ternero según su fecha de nacimiento (Cuadro IV). Este trabajo incluyó 20 años de datos del nacimiento al destete. La información se separó en

vacas que paren por primera vez a los 2 y a los 3 años. Sólo se mostrará las que paren a los 3 años ya que los resultados son similares. Esta clasificación se dividió a su vez en subperíodos de 20 días cada uno, donde el grupo estaba formado por vacas que parían en los primeros 20 días del comienzo del período de parición esperado. Del grupo 2 al 5 consistía en intervalos de 20 días. Las categorías temprana y tardía correspondían a las vacas que estaban fuera de ese período de 100 días. Los autores citados previamente y Lesmeister y col. (1973) agruparon las vacas en cada uno de los grupos en base a la fecha de parición de su primer ternero. Es decir, la vaca que paría su primer ternero por ej. en el grupo 2, aunque el siguiente ternero correspondiese por fecha de parición al grupo 4, su peso al destete se incluía en el grupo 2 y así por el resto de la vida.

La forma de hacer los grupos de parición en el estudio de Lesmeister y col. (1973) fue similar al de Morrow y Brinks (1968), aunque el período de servicio era menor. En este trabajo, cuando una vaca fallaba los terneros siguientes eran eliminados del estudio. Las conclusiones de ambos trabajos son similares por lo que analizaremos solo los resultados de Lesmeister y col. (1973). Este último grupo de investigadores realizaron su trabajo en dos rodeos. Sólo analizaremos un rodeo ya que los resultados de ambos rodeos son similares. El hecho de que las vacas paran tempranamente en su primer período de parición hace que produzcan más kilos de terneros destetados a lo largo de toda su vida en el sistema particular de manejo de esos rodeos de los dos grupos de investigadores (Cuadro IV y V).

Cuadro IV. Efecto de la fecha y edad al parto de la vaca (con primer parto a los 3 años) sobre el comportamiento del ternero.

Fecha de parto	Nº de terneros	Días al nacimiento	Ganancia diaria (g)	Peso al destete (kg)	Edad al destete (días)	Porcentaje de pérdida
Temprano	4	51	571	179	259	7,5
1	250	90	744	195	220	12,8
2	141	107	703	175	204	13,5
3	61	125	658	153	185	16,4
4	38	145	671	143	165	21,1
5	11	159	662	132	151	18,2
Tardío	–	–	–	–	–	–

Adaptado de Morrow y Brinks, 1968.

Cuadro V. Efecto de la fecha de parto de la vaca (rodeo 1) sobre la producción de por vida en kg de ternero.

Fecha de parto	Nº de registros /vida	Nº de terneros	Peso al destete (kg)	Edad al destete (días)	Ganancia diaria (g)
Temprano	5,1	77	202	211	800
1	4,1	264	197	206	800
2	5,4	244	189	201	810
3	5,1	138	186	195	800
4	4,6	65	184	195	760
Tarde	5,3	16	171	190	720
			**	**	**

** Nivel de significación ($P < 0,01$)

Adaptado de Lesmeister y col., 1973.

También se observa que los terneros nacidos temprano tenían más altas ganancias diarias que los tardíos ($P < 0,01$). Esto puede ser debido a que los terneros más viejos en edad (nacidos tempranamente) consumen mayor cantidad de pasturas y leche que los terneros más jóvenes. La capacidad de consumir leche por el ternero puede ser el factor limitante de la producción de leche de la madre (Gleddie y Berg, 1968). En base a esto, podemos razonar que cuando la vaca pare temprano, alcanza el pico de producción de leche más lentamente (Figura 2) y el ternero está en condiciones de poder tomarla como además mantener esa producción por más tiempo. La vaca parida tarde, puede producir una gran cantidad de leche desde el comienzo de la lactancia (Figura 2), pero el ternero no tiene la capacidad física para

poder consumirla y por lo tanto la producción de leche baja rápidamente. La Figura 2 muestra las curvas de lactancia que podrían tener una vaca parida temprano y otra tardía. Es decir, las persistencias de la producción de leche de ambas vacas serían muy diferentes. La diferencia en la forma del comienzo de las curvas de lactancia puede ser debido a diferentes condiciones corporales que tiene la vaca al momento del parto. Respecto a las pasturas, en partos de primavera, podemos pensar que el ternero nacido temprano, cuando está en condiciones de poderlas consumir, tiene a disposición todavía cantidad y calidad de las mismas. El resultado de toda esta información es que el ternero de la vaca parida temprano tendría mayor ganancia diaria que el nacido tarde. Y si le sumamos que el nacido temprano tiene mas edad

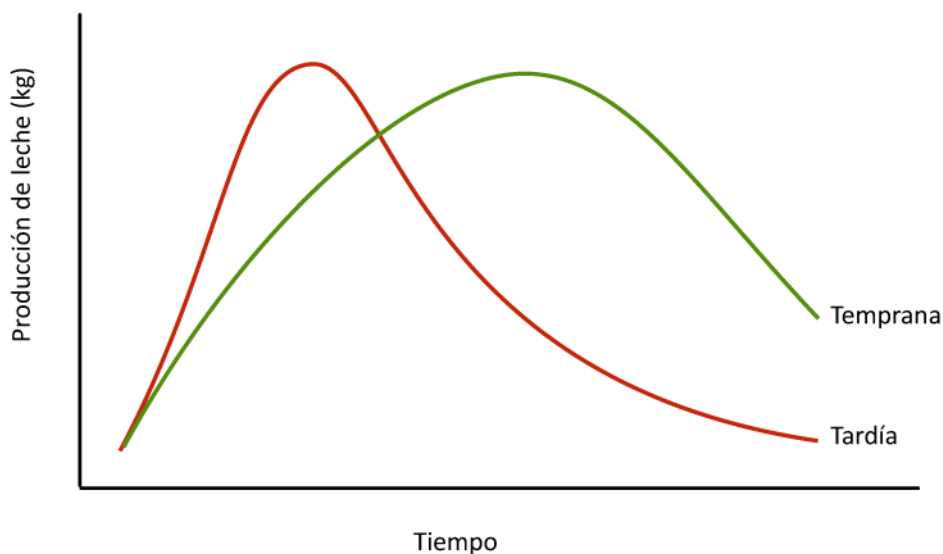


Figura 2: Curvas teóricas de producción de leche de una vaca parida temprano y una tarde.

a la fecha fija de destete, tiene, por lo tanto, mayor peso al destete. Pero otra conclusión importante del trabajo de Lesmeister y col. (1973) es que las vacas que paren temprano dan mayor producción de kilos de ternero destetado de por vida. Esto es debido al peso al destete de ese primer ternero y no al resto de pesos al destete de la vida de esa vaca.

No hay diferencia estadística en los pesos al destete del resto de su vida productiva (Cuadro VI). Resultados similares fueron obtenidos por García Paloma y col. (1992) en condiciones pastoriles de Argentina. Una posible explicación es que las vacas pertenecientes a cada grupo de 20 días de su primer parto, en los siguientes, se mezclarían en el orden de parición. Por lo tanto, las diferencias que se muestran de pesos al destete del Cuadro V se deben al peso al destete del primer ternero (Cuadro VI). Con todo, la información de las ganancias diarias no es consistente, lo cual hace que no tenga una explicación sencilla. Cushman y col. (2013) publicaron que las vacas paridas en los primeros 21 días produ-

cían mayores pesos al destete solo hasta el 6° período de parto. Estos resultados son similares a los trabajos citados previamente.

Es decir, la vaca que pare en los primeros 21 días produce más kilos de terneros por el resto de su vida. Los resultados de la tesis de Bello y Mestre (1991) corroboran lo mismo mostrado hasta el momento (Cuadro VII). Las vacas paridas en los primeros 21 días del período de parto dan mayores pesos al destete (más kilos de ternero destetado) que las paridas más tarde cuando se toma la producción de por vida. Todos los trabajos citados dicen lo mismo, pero tienen una diferencia. Unos dicen que esa mayor producción de por vida es por el peso del primer ternero. Luego no hay diferencia en peso al destete por el resto de sus vidas ya que no se obtuvo diferencia estadística en los mismos. Otros trabajos dicen que esas vacas que parieron en los primeros 21 días del período de parición siguen pariendo temprano por el resto de su vida o en un período importante del mismo y por lo tanto dando más pesos al destete.

Cuadro VI. Efecto del grupo de parto inicial (rodeo 1) sobre el desempeño de los terneros de la primera parición y las subsiguientes.

Fecha de parto	Primer parto			Partos siguientes		
	Nº	Peso al destete (kg)	Ganancia diaria (g)	Nº	Peso al destete (kg)	Ganancia diaria(g)
Temprano	15	214	780	62	191	770
1	64	193	740	200	196	800
2	45	182	770	199	197	820
3	27	167	750	111	194	820
4	14	157	730	51	189	780
Tarde	3	128	670	13	183	670
		**	NS		NS	NS

** Nivel de significación (P<0,01)

Adaptado de Lesmeister y col., 1973.

Cuadro VII. Peso al destete de los terneros según mes de parto.

Mes de parto	Nº de terneros	Peso al destete
Setiembre	130	140
Octubre	227	121
Noviembre	112	112
Diciembre	46	101

Adaptado de Bello y Mestre, 1991.

INFLUENCIA DE LA FECHA DE NACIMIENTO DE LA TERNERADA EN RELACIÓN A LA FECHA DE PARTO DE SU MADRE SOBRE SU FUTURA ACTIVIDAD PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA

Influencia sobre la ternera

Funston y col. (2012) estudiaron el comportamiento productivo y reproductivo de las terneras según la fecha de nacimiento. Estos investigadores dividieron la progenie en 3 grupos (nacidos en los primeros 21 días, entre 22 a 42 y en más de 43 días). El efecto del período de nacimiento en la ternera sobre su comportamiento productivo y reproductivo se muestra en el Cuadro VIII. Las terneras (ahora vaquillonas) que habían nacido en el primer período de parto (1-21 días) eran en promedio 16 y 36 días más viejas que las del segundo grupo y tercer grupo respectivamente. El peso al destete disminuía a medida que avanzaba el período de nacimiento (219, 213 y 197) como ya

lo habían observado otros investigadores (Burriss y Priode, 1958; Leismester y col., 1973; García Paloma y col., 1992; Cushman y col., 2012) y esa diferencia de peso al destete se siguió manteniendo a través del tiempo que se observa en el peso pre-servicio. Ese mayor peso de las terneras nacidas en el primer período de partos tal vez pueda explicar la diferencia que se observa en el porcentaje de vaquillonas ciclando normalmente al comienzo del servicio. Similares resultados fueron obtenidos por King y col. (1983). Estos investigadores obtuvieron un valor de -0,51 para la regresión de edad a la pubertad sobre la edad de los terneros al destete. Es decir, a mayor edad al destete, menor edad a la pubertad. Los resultados de peso pre-servicio son concordantes con el porcentaje de preñez obtenido en las vaquillonas nacidas en el primer período (90%), segundo (86%) y tercero de nacimiento (78%) ($P < 0,02$). Ese mayor porcentaje de preñez tiene otro aditamento. Esta es la rapidez en la concepción que tuvieron las terneras que parieron en el primer grupo de partos. Esto se observa en los días al

Cuadro VIII. Efecto de fecha de nacimiento de la ternera sobre su reproducción y caracteres de su primer ternero.

	Fecha de parto			Valor P
	1	2	3	
N	651	304	64	
<i>Caracteres de nacimiento al destete</i>				
Fecha de nacimiento, día del año	77 a	93 b	113 c	<0,01
Peso al destete (kg)	219 a	213 b	197 c	<0,01
<i>Caracteres del servicio al porcentaje de preñez</i>				
Peso preservicio (kg)	296 a	292 b	276 c	<0,01
Ciclando al comienzo del servicio (%)	70 a	58 b	39 c	<0,01
Peso al diagnóstico de preñez (kg)	373 a	371 a	358 b	<0,01
Porcentaje de preñez (%)	90 a	86 a	78 b	<0,02
<i>Caracteres del parto al fin del período de parición</i>				
Peso parto (kg)	429	430	418	0,06
Fecha de nacimiento (días del año)	68 a	73 b	75 b	<0,01
Paridas en los primeros 21 días (%)	81 a	69 b	65 b	<0,01
<i>Caracteres de la ternera y su progenie al destete</i>				
Peso de la vaca (kg)	419	422	422	0,68
Peso del ternero (kg)	193	189	186	0,10
Porcentaje de preñez luego del primer ternero	93	90	84	0,20

a,b,c: diferente s letras en las columnas difieren significativamente entre sí ($P < 0,05$)

Adaptado de Funston y col., 2012.

nacimiento (68, 73 y 75; $P < 0,01$) que se corrobora en el porcentaje que paren en los primeros 21 días (81%, 69% y 65%) ($P < 0,01$) (Cuadro VIII). El porcentaje de preñez luego del primer ternero era similar en los 3 grupos (93%, 90% y 84%) ($P = 0,20$). En base a este resultado de preñez es posible suponer que el resto de sus vidas productivas no tendrían diferencias en esa variable. Pero hay que recordar los trabajos de Lesmeister y col. (1973) y García Paloma y col. (1992) que muestran que la mayor producción de por vida de las vacas que paren temprano se debe solamente al peso al destete del primer ternero. Por lo tanto, podríamos asumir también que esa ternera que nació de una madre parida en los primeros 21 días sería más productiva por el resto de su vida.

A nivel regional, Arias y col. (1978) determinaron para vaquillonas cruza (5/8 a 3/4 Hereford) y Brahman puras, correlaciones positivas y muy altas entre el peso a los 10 meses (destete) y 22 meses y peso de entore (25 meses). Para los rodeos cruza entre 18 meses y 22 meses los valores variaron entre 0,82 a 0,92 para distintos años con un $r = 0,77$ para el total de los años. Para las vaquillonas Brahman fue de 0,74 a 0,95 con un promedio de $r = 0,71$ para los 7 años. Esto quiere decir que las vaquillonas más pesadas a los 10 meses resultan en general más pesadas a los 22 meses, lo cual nos dice que la fecha de nacimiento es un efecto ambiental de gran importancia en

las condiciones de este experimento. Además, no se manifestó crecimiento compensatorio.

Los mismos autores agruparon las vacas por mes de nacimiento y esta variable condicionó los pesos al destete, a los 22 meses y al entore, tanto en vaquillonas cruza como puras. Es decir, las diferencias que se daban en peso a los 10 meses entre las nacidas en junio y octubre se seguían manteniendo 15 meses después, en el peso al servicio (Cuadro IX).

El Cuadro X muestra resultados obtenidos por nosotros donde no se realizó ningún análisis estadístico y el número de animales es muy bajo. Este Cuadro muestra que las vaquillonas nacidas en 3 períodos (agosto-setiembre, octubre y noviembre-diciembre) en el rango de pesos (4) que están a los 2 años (comienzo del entore) y el porcentaje que corresponde al período de nacidas (3) y su número. Pero con la salvedad anterior, los resultados son similares al del trabajo precedente. La ternera nacida al comienzo del período de partos, como vaquillona a los 2 años, se preña más y antes que el resto de sus compañeras.

Una posible explicación de estos resultados es que las vaquillonas que nacieron en los primeros 30 no sólo eran más pesadas, sino que ya estarían ciclando normalmente al comenzar el servicio. Esto es mostrado en el trabajo de Byerley y col. (1987) en donde publicaron que las

Cuadro IX. Efecto del mes de nacimiento sobre el crecimiento postdestete.

Mes de nacimiento	Nº	Peso a los 10 meses	Peso a los 22 meses	Peso de entore-25 meses
<i>Vaquillonas cruza</i>				
Junio	67	196	291	301
Julio	59	186	290	304
Agosto	39	172	279	298
Setiembre	30	150	247	258
Octubre	16	152	245	242
<i>Vaquillonas Brahman</i>				
Junio	14	224	332	327
Julio	34	207	326	327
Agosto	25	195	302	320
Setiembre	25	181	285	270
Octubre	13	177	283	289
Noviembre	1	170	275	-

Adaptado de Arias y col., 1978.

Cuadro X. Porcentaje y número de vaquillonas Hereford correspondientes al mes de nacimiento, peso de entore y % de parición (número) en los primeros 25 días¹.

	Peso de las vaquillonas al entore				% y nº que paren en los primeros 25 días
	>300	275-299	250-274	<249	
Ago-Set	26 (6)	30 (7)	22 (5)	22 (5)	65 (15)
Octubre	6 (3)	32 (16)	24 (12)	38 (19)	28 (14)
Nov-Dic	2 (1)	18 (9)	38 (19)	42 (21)	30 (15)

¹ Edad de entore: 2 años, información de 2 años consecutivos.

Rodríguez Blanquet (datos no publicados).

Cuadro XI. Porcentaje de preñez en vaquillonas servidas en el primer celo puberal o en el tercer celo.

TRATAMIENTO	Porcentaje de preñez (nº preñada/nº total)
Primer celo	57 (36/63) a
Tercer celo	78 (35/45) b

a,b: diferentes letras en las columnas difieren significativamente entre sí (P<0,05).

Adaptado de Byerley y col., 1987.

vaquillonas que eran servidas en su 3º celo eran superiores en porcentaje de preñez respecto a las que se hacía en su primer celo (Cuadro XI).

Influencia sobre el ternero

Funston y col. (2012) también estudiaron el comportamiento productivo de los terneros se-

gún la fecha de nacimiento. Los terneros nacidos de hembras que habían parido en los primeros 21 días fueron 13 kg más pesados al destete que los nacidos entre los días 22 a 42 y 34 kg que los nacidos en el tercer período (P<0,01) (Cuadro XII). A medida que la fecha de nacimiento avanza, las diferencias entre peso final en el corral y peso de carcasa se siguen manteniendo. Es decir, que al igual que el peso al destete, las otras 2 variables también eran mayores en los terneros nacidos de hembras que habían parido en los primeros 21 días durante el período de partos con respecto a los otros dos grupos de nacimiento (P<0,01). No se encontró diferencias en ganancia diaria ni el consumo (P=0,81). Los datos de este trabajo muestran que los novillos nacidos de hembras que parieron en los primeros 21 día del período de parto presentan más grasa en la carcasa. Es

Cuadro XII. Efecto de fecha de nacimiento del ternero sobre su comportamiento en el corral y caracteres de la carcasa.

	Fecha de parto			Valor P
	1	2	3	
N	431	287	53	
<i>Caracteres de nacimiento al destete</i>				
Fecha de nacimiento, día del año	73 a	91 b	116 c	<0,01
Peso al destete (kg)	238 a	225 b	204 c	<0,01
<i>Caracteres en el corral</i>				
Ganancia diaria (kg/d)	1,64	1,64	1,66	0,81
Peso final (kg)	590 a	580 b	562 c	<0,01
Consumo de MS (kg)	8,13	8,12	8,13	0,97
<i>Caracteres de la carcasa</i>				
Peso carcasa (kg)	372 a	365 b	353 c	<0,01
Grasa en la 12º costilla (cm)	1,35 a	1,29 a	1,19 b	<0,01
Grasa total (%)	30,6 a	30,0 b	29,2 c	<0,01
Veteado del músculo (Marbling)	569 a	544 b	519 c	<0,01

Adaptado de Funston y col., 2012.

de tener presente que esta evaluación de la faena sólo se realizó a tiempo fijo. Por lo tanto, los novillos que nacieron en los primeros 21 días eran más pesados y eso hace que comenzaran a depositar grasa antes. Entonces es totalmente lógico que tuvieran más grasa en la carcasa. Si se hubiese realizado a la misma edad o a mismo grado de terminación los resultados podrían haber sido otros muy probablemente favoreciendo todas las variables analizadas a los novillos nacidos en el primer grupo.

IMPLICANCIAS DE LOS CONCEPTOS ANALIZADOS EN DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CARNE

La investigación en reproducción aplicada en bovinos para carne tiene como objetivos los conceptos anteriormente analizados. Es decir, llevar a los valores máximos posibles, dentro de un marco económico, la producción por vaca y por año (% de destete por el peso promedio al destete) por unidad de superficie. Esto implica una muy alta fertilidad acompañada por una concentración de concepciones al principio de la época de servicio. Esto hace que la inseminación artificial sincronizada y/o inducida tenga un lugar muy importante en el manejo del rodeo de cría. Lo que se pretende con estas tecnologías es tener dos oportunidades de concebir (2 ovulaciones) en un período de lo que dura un solo ciclo estral (21 ± 4 días). En condiciones de servicio natural, durante ese período de tiempo, se obtendría una sola ovulación y por lo tanto una sola oportunidad de concebir. Pero esto sucedería en hembras ciclando normalmente. Pero al usar protocolos hormonales que lleven implícitos dispositivos liberadores de progesteronas junto a medidas de manejo es posible inducir ovulaciones en vaquillonas prepuberales y vacas en anestro posparto con posibilidad de concepción también teniendo la posibilidad de tener 2 ovulaciones en 25 días.

CONCLUSIONES

El objetivo de este capítulo fue mostrar la importancia que tiene en la vida productiva de las vaquillonas, una pronta concepción y su efecto sobre la actividad productiva y reproduc-

tiva posterior en un período de servicio considerado y adecuado desde el punto de vista nutricional. Lo mismo sucedería con las vacas multíparas por lo que les queda de vida productiva. Y todavía esta parición temprana en cualquier categoría de hembra tiene efectos positivos en la vida productiva y reproductiva de su progenie. Sin la menor duda, obtener una forma de predecir lo que va a dar una vaca a través de toda su vida productiva en condiciones de campo, es una meta invaluable.

La vaquillona o vaca que concibe temprano en un período de servicio producirá un ternero al destete más pesado. Esto es de una importancia crucial si pretendemos servir las vaquillonas a los 15 meses. Pero lo más importante es que la vaquillona que pare temprano producirá más kilos de ternero al destete a través de toda su vida productiva. Esto podría estar determinado por la producción de peso al destete del primer ternero de su vida productiva o porque sigue produciendo terneros más pesados por seguir pariendo temprano. Este concepto se podría generalizar a la vaca primípara y múltipara que pare temprano respecto a lo que le queda de vida productiva. Además, esa diferencia que se observa en los pesos al destete por el hecho de haber nacido de vacas paridas temprano, con respecto a vacas tardías, se seguiría dando en los pesos posdestete. Esto hace que las hembras, hijas de vacas paridas temprano, lleguen con mayores pesos al servicio y por lo tanto tienen más oportunidades de concebir antes, parir antes y destetar un ternero más pesado. También, por el hecho de tener más edad, a igualdad de peso, tendrá mejor comportamiento productivo y reproductivo. Esta vaquillona, al igual que su madre, producirá más kilos de ternero a través de toda su vida productiva. En resumen, la hembra que pare en los primeros 21 días del período de parición produce más a través de toda su vida productiva, así como su progenie.

En novillos pasaría algo similar. Aquella diferencia que se dan en los pesos al destete por haber nacido al comienzo del período de partos se seguiría manteniendo hasta edades avanzadas en el crecimiento posdestete, haciendo posible llegar antes a un peso fijo de terminación.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, A.; O. MANUNTA y N. ZAN (1978). Correlación del peso a los 10 meses de edad con el de 22 meses y entore de vaquillonas del norte de Corrientes. *Bol. Téc. N°1 EERA (Corrientes)*. 7 pp
- BELLO, G. y G. MESTRE (1991). Efecto de la producción de leche medida a través del peso del ternero al destete real sobre el comportamiento reproductivo de un rodeo Hereford. *Tesis 2014*. Facultad de Agronomía. UDELAR. Montevideo. Uruguay.
- BELLOWS, R. (1976). Eficiencia reproductiva en «Mejoramiento de la eficiencia reproductiva del ganado bovino para carne». *Univ. A&M de Texas*. Texas. Ed. Hemisferio Sur.
- BURRIS, M.J. and B.M. PRIODE (1958). Effect of calving date on subsequent calving performance. *J. Anim. Sci.* 17: 527-533.
- BYERLEY, D.J.; R. STAIGMILLER; J.G. BERARDINELLI and R. SHORT (1987). Pregnancy rates of beef bred either on pubertal or third estrus. *J. Anim. Sci.* 65: 645-651.
- CUSHMAN, R.A.; L.K. KILL; R.N. FUNSTON; E.M. MOUSEL and G.A. PERRY (2013). Heifer calving date positively influences calf weaning weights through six parturitions. *J. Anim. Sci.* 91: 4486-4491.
- DAVIS, M.E.; J.J. RUTLEDGE; L.V. CUNDIFF and E.R. HAUSER (1983). Life cycle efficiency of breed production: II) Relationship of cow efficiency ratios to traits of the dam and progeny weaned. *J. Anim. Sci.* 57: 852-866.
- DUNN, T.G. and C.C. KALTENBACH (1980). Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow. *J. Anim. Sci.* 51 (Suppl II) 29-39.
- DZIUK, P. and R. BELLOWS (1983). Management of reproduction of beef cattle, sheep and pig. *J. Anim. Sci.* 57(Suppl. II): 355-379.
- FRANKE, D.E. and W.E. WYATT (1982). The influence of previous calving date on subsequent calving rate and date. *J. Anim. Sci.* 55 (Suppl. 1): 147-152.
- FUNSTON, R.N.; J.A. MUSGRAVE; T.L. MEYER and D.M. LARSON (2012). Effect of calving distribution on cattle progeny performance. *J. Anim. Sci.* 90: 5118-5121.
- GARCIA PALOMA; J.A.; R. ALBERIO; M.C. MIQUEL; M.O. GRANDONA; J. CARRILLO and G. SCHIERSMANN (1992). Effect of calving date on lifetime productivity of cows in a winter-calving Aberdeen Angus herd. *Anim. Prod.* 55: 177-184.
- GLEDDIE, V.M. and R.T. BERG (1968). Milk production in range beef cows and its relationships to calf gains. *Can. J. Anim. Sci.* 48: 323-333.
- HANSEN, P.J. and E.R. HAUSER (1984). Photoperiodic alteration of postpartum reproductive function in suckled cows. *Theriogenology* 22: 1-14.
- HESS B.W.; S.L. LAKE; E.J. SCHOLLJEGERDES; T.R. WESTON; V. NAYIGIHUGU; J.D.C. MOLLE and G.E. MOSS (2005). Nutritional controls of beef cow reproduction. *J. Anim. Sci.* 83: E90-106E.
- KING, R.G.; D.D. KRESS; D.C. ANDERSON; D.E. DOOBORNS and P.J. BURFENING (1983). Genetic parameters in Hereford for puberty in heifers and scrotal circumference in bulls. *Proc. West. Sect. Amer. Soc. Anim. Sci.* 34: 11-15.
- LESMEISTER, J.L.; P.J. BURFENING and R.L. BLACKWELL (1973). Data of first calving in beef cows and subsequent production. *J. Anim. Sci.* 36: 1-6.
- MORRIS, C.A. (1980). A review of relationships between aspects of reproduction in beef heifers and their lifetime production 2) Association with relative calving date and with dystocia. *Anim. Breed. Abs.* 48: 1-20.
- MORROW, D.L. and J.S. BRINKS (1968). The effect of season of birth of calf on weaning weight and cow production. *19th Annual Beef Cattle Improvement Day and Anctron, San Juan Basin Branch Station*. April 27, C.S.U. Colorado. Gen. Series N869.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. (2002). Bioestimulación: Una alternativa para incrementar la productividad del rodeo nacional. *Serie de actividades de Difusión 288*. INIA. pp 81-97.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. (2008). Tratamientos hormonales en vacas para carne (*Bos taurus*) en anestro con cría al pie para mejorar su comportamiento productivo y reproductivo. Seminario de Actualización técnica: Cría vacuna. *Serie técnica N° 174*. pp.189-199.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.; E. VAN LIER; A. HERNÁNDEZ; M. MENDOZA ; F. PEREIRA y O. BURGUEÑO (2016). Efecto del destete temporario de 14 días y/o efecto toro sobre el comportamiento reproductivo de vacas Hereford. *Rev. Arg. Prod. Anim.* (36)(1):41-48.

CAPÍTULO III

Uso de IATF en vacas para carne (*Bos taurus*) ciclando y en anestro para mejorar su comportamiento productivo y reproductivo

INTRODUCCIÓN

La vaquillona que se preña al principio del período de servicio (primeros 20 días) es más productiva por el resto de su vida, así como lo será su progenie. Lógicamente, las vacas multíparas serán también más productivas por el resto que les queda de sus vidas reproductivas, si paren temprano en el período de parición (Capítulo II). Pero las vacas ciclando normalmente al comienzo del servicio en Uruguay, en general, representan un porcentaje menor del rodeo de cría. El gran problema lo presentan las vacas con cría que casi en su totalidad están en anestro posparto e inclusive una proporción de vaquillonas que se encuentran en anestro prepuberal. Esto fue constatado por nuestro grupo, producto de la ejecución de varios Proyectos de investigación, en los cuales se determinó el estado de anestro posparto al comienzo del servicio en siete rodeos productores de carne ubicados en cuatro Departamentos diferentes de Uruguay durante varios años consecutivos (1994 y 2016). Este estado fisiológico fue estimado por ecografía ovárica o bien por dos determinaciones consecutivas de progesterona, ambas, con diferencia de 10-12 días en vacas que parieron normalmente. Los resultados fueron 0,7% (4/538) y 1,0% (13/1352) de hembras ciclando, primíparas y multíparas, respectivamente (Rodríguez Blanquet, 2008a, y Rodríguez Blanquet, datos no publicados). Mencha-

ca y col. (2005), trabajando con vaquillonas (n=373), obtuvieron 64,3% ciclando normalmente, 26,3% con folículos medianos y 9,4% con folículos pequeños. Con esta información podemos inferir que las técnicas y/o medidas de manejo que induzcan la ovulación (y en lo posible el celo), y que mantengan la ciclicidad cada 20-21 días, mejorarán la productividad de la vaquillona prepúberes y la de la vaca con cría al pie en anestro de ese año y la productividad del resto de sus vidas reproductivas, así como la productividad de su progenie.

La inseminación artificial convencional, con celo sincronizado y particularmente la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), son biotecnologías todavía relativamente poco usadas en Uruguay en bovinos para carne. El incremento en el uso de esta última requerirá el control del momento de la ovulación. Pero esta ovulación tiene que dar a la vez un ovocito que produzca un embrión viable, un cuerpo lúteo resultante que tenga una producción de progesterona adecuada, y un buen ambiente uterino donde el embrión pueda desarrollarse. El objetivo de este capítulo es exponer las bases del funcionamiento de los distintos protocolos de IATF, los factores que hay que considerar para obtener resultados exitosos tanto en hembras ciclando normalmente como en anestro posparto y los protocolos con mejores resultados reproductivos obtenidos hasta el momento actual.

PROTOSCOLOS HORMONALES PARA SINCRONIZAR OVULACIONES EN VACAS CÍCLICAS Y PARA INDUCIRLAS EN VACAS EN ANESTRO

Los protocolos hormonales para sincronizar ovulaciones en pocas horas o inducir ciclicidad en vacas en anestro incluyen, básicamente, cuatro componentes.

- 1) Exponer por un corto período a una fuente exógena de una progestina (progesterona natural o progestágeno).
- 2) Inyectar estrógeno o GnRH al momento de comenzar el tratamiento con progestina para que se atresie (con estrógeno) u ovule (con GnRH) el folículo que esté presente en ese momento y comience el crecimiento de una nueva onda folicular (crear un folículo «fresco»).
- 3) Inyectar PGF2 α al momento de la extracción de la progestina. En principio podríamos pensar el uso de PGF2 α como agente luteolítico solo en vacas ciclando y no en vacas en anestro. Hace pocos años, sin embargo, esta hormona recibió interés ya que se había postulado que incrementa la sensibilidad de la hipófisis a la GnRH (Weems y col., 2006). Recientemente los resultados de Pfeifer y col. (2014) mostraron que la PGF2 α podría ser usada para inducir ovulaciones en protocolos de IATF al igual que el benzoato de estradiol.
- 4) Inyectar estrógeno o GnRH, y/o practicar destete temporario para sincronizar o inducir la ovulación.

El Protocolo Convencional comercialmente recomendado, muy usado en América del Sur, comienza con la inserción de un dispositivo intravaginal liberador de progestina por 7 días e inyectando benzoato de estradiol (BE) o GnRH (Figura 1). En la extracción del mismo se aplica una dosis luteolítica de PGF2 α y en determinados casos eCG (gonadotropina coriónica equina) para incrementar la fertilidad. Para inducir la ovulación se inyecta cipionato de estradiol (CPE) al momento de la extracción del dispositivo intravaginal junto con la PGF2 α , o BE a las 24 horas (día 8) de la extracción del dispositivo, o GnRH en el momento de la IATF (día 9). La IATF se realiza 52-56 horas luego de la remoción del dispositivo (día 9 en la tarde). Las ventajas e inconvenientes de este protocolo se analizarán en los próximos puntos.

Exposición por un corto período a una fuente exógena de progestina

El uso exclusivo de progestinas ha tenido éxito en algunos estudios estimulando la reactivación de los ciclos estrales en vacas para carne amantando (Fike y col., 1997) pero no en otros (Saiduddin y col., 1968; Brown y col., 1972; Lucy y col., 2001). En la última década del pasado siglo y primera de este se ha generado un cúmulo de información para evitar los resultados neutros o negativos en fertilidad por usar solamente progestinas en vacas en anestro o ciclando normalmente. Hay una gran cantidad de marcas comerciales de dispositivos liberadores de progestinas ya disponibles en el mercado uruguayo.

Alberio y col. (1999b) no obtuvieron diferencia en porcentaje de celos y porcentaje de no retorno

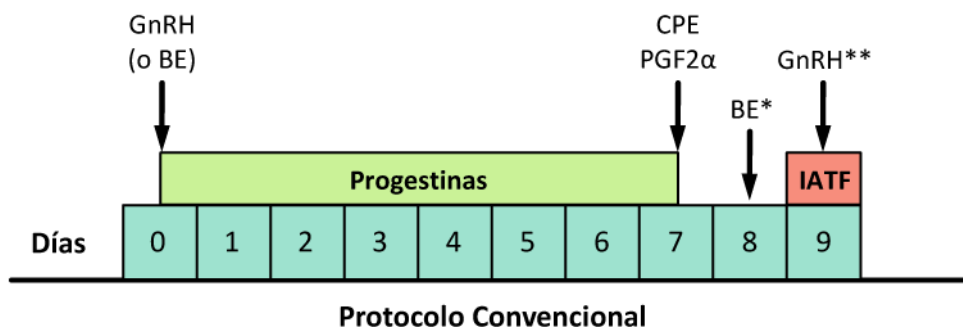


Figura 1. Protocolo Convencional. GnRH = hormona liberadora de gonadotropinas; BE = benzoato de estradiol; CPE = cipionato de estradiol; PGF2 α = Prostaglandina F2 α ; IATF = inseminación artificial a tiempo fijo. *Se aplicará BE en caso de no haber usado CPE. **Se aplicará GnRH en caso de no haber usado CPE ni BE.

luego de la IATF usando CIDR nuevo, CIDR reutilizado y una esponja artesanal impregnada con 250 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP), que fue el dispositivo usado por nosotros durante este Proyecto. Asimismo, Guerra y col. (2011) no obtuvieron diferencia estadística en porcentaje de preñez a los 30 días de la IATF al comparar la esponja artesanal citada y similar a la utilizada por Alberio y col. (1999b) contra un dispositivo comercial (Pro-Ciclar; conteniendo progesterona). Bo y col. (2002) compararon otros dos dispositivos intravaginales liberadores de progesterona (CIDR y DIB; ambos conteniendo progesterona) no teniendo diferencia en las variables reproductivas que ellos estudiaron. Scena y col. (2001) obtuvieron similares resultados al comparar CIDR y CRESTAR (conteniendo norgestomet). Con todo, Perry y col. (2004) publicaron que el uso del CIDR fue más efectivo que el acetato de melengestrol (MGA) en iniciar ciclicidad en vacas en anestro y prevenir ciclos cortos. Este último progestágeno artificial se suministra mezclado con la ración, y esto puede acarrear problemas con la dosis que se pretende que consuman las vacas.

Chesta y col. (2017) compararon el efecto de diferentes concentraciones de progesterona (P4) en los dispositivos intravaginales de la misma empresa comercial (Cronipres, Biogénesis Bagó, Argentina) sobre el porcentaje de preñez a la IATF. Ellos obtuvieron mayor porcentaje de preñez en vaquillonas de 22 a 24 meses de edad utilizando dispositivos con 0,5 g de P4 (65%) que con 0,558 g (49%) y 1 g (50%) ($P=0,02$). Aún así, el grupo del Dr. J. Kinder hipotetizó que el peso corporal de la vaca al que se aplica la progestina puede afectar los resultados reproductivos (Wehrman y col., 1993). Esto quiere decir que para un determinado peso corporal (por ejemplo, vaquillonas), un dispositivo podrá liberar concentraciones de progestina que pueden ser luteales y por lo tanto no se formará el folículo persistente. Pero para hembras de pesos corporales mayores podrían generar concentraciones subluteales y entonces formarse folículos ováricos persistentes (vacas adultas, por ejemplo). Esta hipótesis podría aplicarse a vacas en anestro, si éstas formarían folículos persistentes.

Avilés y col. (2005) mostraron que el CIDR (1,9 g de P4), el DIB (1 g de P4) o un DIB con 0,5 g de P4 dieron similares perfiles de progesterona en vacas ovariectomizadas tratadas por 7 días. Por

otro lado, varios investigadores (Alberio y col., 1999b; Cutaia y col., 2001b; Stahringer y col., 2001; Carcedo y col., 2003; Balla y col., 2005) no obtuvieron diferencia en las variables reproductivas por ellos estimadas por usar dispositivos intravaginales nuevos o usados por segunda vez. Obviamente, estos últimos tienen menor concentración de progesterona. Como vemos, los trabajos publicados no dan resultados similares y concluyentes.

Inyectar estrógeno o GnRH al momento de comenzar el tratamiento con progestinas

La aplicación solamente de progestinas por muchos días en vacas ciclando puede traer como consecuencia baja fertilidad (folículo persistente). Esto se podría explicar por defectos en el transporte de los espermatozoides y por mala calidad del ovocito (Mihm y col., 1994; Smith y Stevenson, 1995). Las progestinas no llegaban a «imitar» la acción de los niveles luteales de progesterona secretada por el cuerpo lúteo sobre la secreción pulsátil de LH, lo que hace que el folículo dominante siga creciendo, sin permitir que surja una nueva onda folicular (Mihm y col., 1994; Smith y Stevenson, 1995; Sánchez y col., 1995). La alta frecuencia de pulsos de LH activa al ovocito para que continúe con la meiosis. Así, al retirar la progestina, el folículo ovulatorio contiene un ovocito «envejecido» y resulta de baja fertilidad (Smith y Stevenson, 1995; Revah y Buttler, 1996). Para evitar la formación de este tipo de folículos (folículos persistentes) es necesario sincronizar la onda folicular. De esta forma, todas las vacas tendrían, al mismo momento, un folículo en crecimiento (folículo «fresco») y con capacidad de ovular un ovocito viable después de remover el dispositivo liberador de progestina. Para sincronizar la onda folicular se pueden utilizar dosis farmacológicas de estrógenos y progestinas o GnRH para inhibir las gonadotropinas circulantes (LH y FSH). De esta forma se induce la atresia (BE) u ovulación (GnRH) de los folículos en crecimiento y comienza el desarrollo de una nueva onda folicular. En una serie de experimentos (Bo y col., 1995, 1996; Caccia y col., 1998) demostraron que el tratamiento con progestinas y estradiol 17β , o solo con BE administrados en cualquier momento del ciclo estral se induce el crecimiento

sincrónico de una nueva onda folicular entre el 3° y el 5° día (alrededor del 4° día). En los años siguientes se publicó que no era necesario inyectar una progestina al momento de la inserción de los dispositivos intravaginales, por lo menos con CIDR o DIB (Bo y col., 2000; Cutaia y col., 2001; Whittaker y col., 2002). Es decir, con solo estrógeno se obtenía resultados similares a los de estrógeno + progestina. Con el uso de GnRH, la emergencia de la onda folicular se da al 1° o 2° día (Martínez y col., 2002).

Pese al impacto sobre la fertilidad que tiene la sincronización de la onda folicular en vacas ciclando normalmente, no está nada claro su efecto en vacas en anestro. Perry y col. (2002), en bovinos para carne, tuvieron menos folículos persistentes en vacas en anestro que en vacas ciclando a similar estado posparto al tratar de sincronizar la onda folicular. Taufa y col. (1997), Verkerk y col. (1998) y Rhodes y col. (2002), en vacas lecheras en anestro usando BE (mediante una cápsula intravaginal de 0,5 mg, o 1 mg inyectado intramuscular) al momento de la inserción del CIDR, no lograron incrementar la fertilidad al primer servicio luego de la extracción de la progestina. En Uruguay, Viñoles y col. (2000) utilizando una esponja de poliuretano impregnada con MAP y una inyección de BE al momento de la inserción de la esponja, en vacas en anestro con cría al pie, no provocaron la emergencia de una nueva onda folicular, no registrándose diferencia con el grupo control. Por el contrario, Quinteros y col. (2000) mostraron que podían sincronizar la onda folicular usando un dispositivo intravaginal igual al anterior, inyectando 2 mg de BE y 40 mg de MAP. Rivera y col. (1998) trabajando con vacas para carne en anestro posparto con BE al inicio de un tratamiento con una progestina obtuvieron una sincronización mayor de las ondas foliculares que la obtenida en las vacas en que solo se usó la progestina. Inclusive, Chaves y col. (2000), utilizando la misma metodología que los autores anteriores, publicaron que obtuvieron mayor porcentaje de preñez como resultado de progestina + BE que el constatado cuando solo se usó una progestina.

En países en que está prohibido el uso de estrógenos (EEUU, Nueva Zelanda y Unión Europea) se usa GnRH. Aunque la GnRH y el estrógeno tienen el mismo fin (sincronizar la onda folicular) su acción es diferente. El estrógeno induce la

atresia del folículo y sincroniza la emergencia de una nueva onda folicular alrededor del 4° día siguiente a su administración. La GnRH induce un pico de LH y ovulación o luteinización del folículo dominante (si hay uno presente) y la emergencia de una nueva onda folicular alrededor de 2 días más tarde. Al hacer ovular ese folículo, si hubiese otro cuerpo lúteo funcional anterior se pasaría a tener 2 cuerpos lúteos simultáneamente, el «original» y el formado por la aplicación de la GnRH (cuerpo lúteo accesorio). Veremos luego que esto es un problema. El uso de GnRH al comienzo del tratamiento con CIDR o MGA no difirió de usar BE para sincronizar la onda folicular, resultando en porcentajes de preñez aceptables en vaquillonas ciclando normalmente (Martínez y col., 2002). Sin embargo, en vacas en anestro con cría al pie a las que se inyectó GnRH al momento de insertar un CIDR, los porcentajes de preñez fueron similares para las vacas que ovularon y las que no lo hicieron en respuesta al tratamiento inicial de GnRH (Stevenson y col., 2003). Esto pone en duda el uso de GnRH en este tipo de hembras al comienzo del tratamiento, especialmente teniendo en cuenta que la GnRH es mucho más costosa que el BE.

Inyectar estrógeno, GnRH, eCG o un destete temporario de corta duración luego de la extracción de la progestina

Fike y col. (1997) trabajando en vacas en anestro en las que se usó CIDR y a las que inyectaron 1 mg de BE 24 horas luego de haber extraído el dispositivo, obtuvieron 71% de cuerpos lúteos de fase lútea normal y 4% de ciclos cortos. Pero cuando se usó solo el dispositivo intravaginal sus resultados fueron 55% de cuerpos lúteos de fase normal y 5% de ciclos cortos. Bo y col. (2001) obtuvieron resultados similares usando otra progestina (Syncro-Mate B, SMB; implante auricular de norgestomet más una inyección de norgestomet y valerato de estradiol). Smith y col. (1987), inyectando GnRH 50 horas luego de la extracción de una progestina (norgestomet; SMB), incrementaron el porcentaje de vacas que ovulaban con respecto a usar solo la progestina. Estos resultados están mostrando que dar un estímulo para inducir un pico de LH (tanto con GnRH como con estrógenos) después de la exposición a una progestina es clave para asegurar una ovulación,

tanto en vacas en anestro como ciclando normalmente.

Se ha constatado discrepancia en la bibliografía respecto al momento de aplicación del BE. Así, Alberio y col. (1999a) y Ross y col. (2004) reportaron, en vacas en anestro, que inyectar BE a las 0 o 24 horas luego de la extracción de la progestina tenía el mismo efecto sobre el porcentaje de concepción (medido como % de No Retorno) y de ovulación, respectivamente. Por el contrario, en vacas ciclando, Cutaia y col. (2001a) encontraron mayor sincronización de las ovulaciones cuando se inyectaba BE a las 24 horas de retirar la progestina. Cutaia y col. (2005) y Stahringer y Vispo (2005), también en vacas ciclando, obtuvieron menores porcentajes de preñez inyectando BE al momento del retiro de la progestina. Estas diferencias podrían explicarse por el momento en que ovulan las vacas según el momento en que se aplica el BE. Y por lo tanto el momento en que se realiza la inseminación artificial estaría afectando el porcentaje de preñez. Sorarrain y col. (2005) obtuvieron mayor porcentaje de preñez cuando se aplicaba BE a las 24 horas de la extracción del dispositivo con progestina y se inseminaba a las 48 horas de la extracción del mismo, que cuando se aplicaba el BE al momento de retiro del dispositivo y la IATF se realizaba a las 32 horas. Este resultado se podría explicar porque en el segundo tratamiento las vacas habrían ovulado más tardíamente que cuando se realizó la IATF. El mismo grupo de investigadores realizó un segundo experimento similar al citado previamente, pero inseminando a tiempo fijo a las 36 horas en el tratamiento que inyecta el BE al momento de la extracción del dispositivo con progestina. En este experimento no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos (Fernández-Francia y col., 2005).

El hecho de que en los trabajos de Alberio y col. (1999a) y Ross y col. (2004) no se obtuviera diferencia entre aplicar BE a las 0 o 24 horas después de la extracción del dispositivo se podría explicar porque estos investigadores inseminaron a tiempo fijo a las 48 horas de haber extraído los dispositivos. No lo hicieron 52 a 56 horas después, como normalmente es recomendado (Protocolo Convencional) cuando el BE es inyectado a las 24 horas de la extracción de los dispositivos. Ross y col. (2004) obtuvieron un intervalo entre la aplicación del BE y la ovulación de 72 horas para

los dos momentos de aplicación del benzoato de estradiol BE (0 y 24 horas luego de extraer la progestina). Otros investigadores han obtenido resultados similares en esta variable (Avilés y col., 2005b) pero aplicando BE 24 horas después de la extracción del dispositivo. La razón de que Ross y col. (2004) no encontraran diferencia para distintos intervalos extracción del dispositivo - ovulación podría explicarse porque estos investigadores estimaban ovulación cada 24 horas. Sería esperable que la ovulación se adelantara cuando inyectáramos BE al momento de la extracción del dispositivo intravaginal.

Zapiola y col. (2005) tampoco obtuvieron diferencia en porcentaje de preñez inyectando BE al momento del retiro del dispositivo y a las 24 horas del mismo. En el primer caso se inseminó entre 47 a 50 horas después del retiro del dispositivo, y en el segundo entre 52 a 55 horas. Esta ausencia de diferencia en los resultados de porcentaje de preñez a los 30 días se podría explicar por el hecho de que se inseminó más cerca del momento de ovulación que lo realizado por Sorarrain y col. (2005). Para obtener una preñez máxima tiene que haber una relación entre la viabilidad del semen y la del ovocito.

Con todo, falta más información como para recomendar la aplicación de BE al momento de retiro del dispositivo porque el momento de ovulación puede depender del estado de ciclicidad, categoría, raza, momento del año, etc. Para el Protocolo Convencional sería conveniente una ovulación tardía para permitir una mayor maduración del folículo ovulatorio. Esto quiere decir un folículo de mayor tamaño con mayor producción de estradiol.

Otro punto que ha traído controversia es la dosis de BE al retiro del dispositivo liberador de progestina. A nivel comercial, se recomienda 1 mg de BE para todas las categorías y estados fisiológicos. Alberio y col. (1999a) mostraron que aplicando 0,45 o 0,7 mg de BE no había diferencia en las variables reproductivas por ellos estudiadas. Nuestro grupo utiliza 0,5 mg de esta hormona en esta etapa del tratamiento tanto en hembras cíclicas como en anestro con cría al pie.

Un inconveniente que algunos productores ven al uso de IATF es que el ganado pasa varias veces, en pocos días, por las mangas. Una solución sería inyectar el estrógeno en el momento de

extraer el dispositivo liberador de progesterona. De esta manera el ganado pasaría una vez menos por las mangas. Entonces si se aplicara un estrógeno que se metabolice más lentamente que el BE el resultado sería el mismo (Figura 1). En la primera década del presente siglo se ha trabajado mucho con ciproterona de estradiol (CPE). Las curvas de la Figura 2 nos hacen pensar que el tiempo en el cual el CPE induce las ovulaciones tiene que ser mayor que el del BE. Esto haría que no se sincronicen las ovulaciones en tan corto tiempo presentando menores porcentajes de preñez luego de una IATF que con el uso de BE. Con todo, varios grupos de investigadores han obtenido resultados similares en porcentaje de preñez usando CPE al momento de la extracción del dispositivo liberador de progesterona que con el uso de BE inyectado a las 24 horas de haber extraído ese dispositivo. Estos resultados han sido obtenidos en vacas *Bos indicus* amamantando (Stahring y Vispo, 2005; Meneghetti y col., 2009; Sales y col., 2012), en vacas *Bos taurus* amamantando (Rocha y col., 2005; Uslenghi y col., 2014), y en vaquillonas y vacas secas *Bos taurus* para carne (Callejas y col., 2005; Veiga y col., 2011a,b; Menchaca y col., 2013).

Sin embargo, existen otros grupos de investigadores que, trabajando con vaquillonas para carne, obtuvieron una gran dispersión en las ovulaciones (Callejas y col., 2011a) y menores porcentajes de preñez (Callejas y col., 2011b).

Llama la atención, en nuestro conocimiento, que se haya publicado un solo trabajo en vacas para carne de razas británicas (Uslenghi y col., 2014). Este equipo de investigadores trabajó en vacas secas y amamantando. En esta última categoría no encontraron diferencia en porcentaje de preñez al usar CPE o BE aplicados en los dos momentos diferentes, aunque sí la hallaron en vacas secas [CPE=49% (49/102); BE=61% (64/104)]. Esto podría ser explicado por la gran distribución de ovulaciones que mostró el tratamiento de CPE con respecto al de BE (Figura 3b), que a su vez tiene relación con las variaciones en la presentación de los celos (Figura 3a).

Las vacas tratadas con BE ovularon entre 54 y 78 horas luego de la remoción del dispositivo liberador de progesterona teniendo una gran probabilidad de quedar preñadas si se realizara la IATF entre 52-54 horas después de la remoción del dispositivo. Pero las vacas tratadas con CPE ovularon entre 42 y 90 horas luego de la remoción del dispositivo. En general la viabilidad del ovocito varía entre 6 y 10 horas. Por lo tanto, las vacas que ovularan a las 42 horas de la remoción del dispositivo tendrían poca probabilidad de quedar preñadas al momento de llegar el semen debido a la vida media del ovocito y al momento en que finalmente se realiza la IATF. Por otro lado, las vacas que ovularan a las 90 horas de la remoción del dispositivo también tendrían poca probabilidad de que-

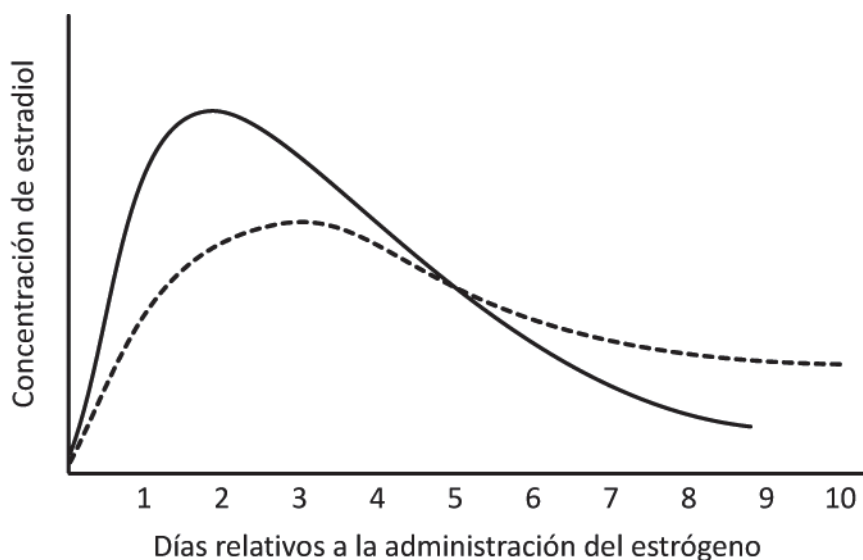


Figura 2. Tiempo de acción de diferentes estrógenos; BE (línea continua) y CPE (línea punteada). Adaptado de Baruselli, 2004.

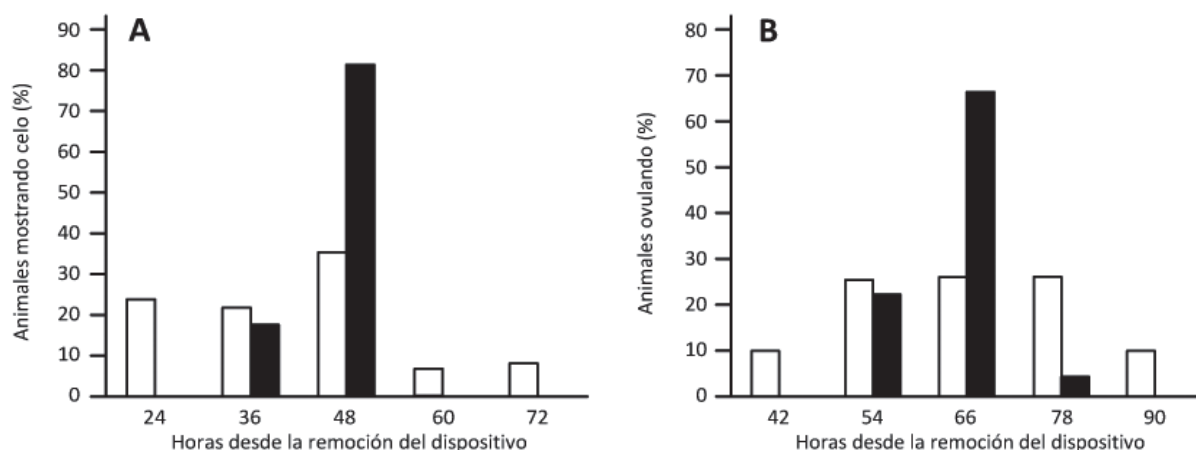


Figura 3. Distribución de expresiones de celos (A) y de ovulaciones (B) en vacas secas (sin ternero) tratadas con un dispositivo liberador de progesterona y 2 tipos de ésteres de estradiol (cipionato de estradiol = barra blanca; benzoato de estradiol = barra negra). Adaptado de Uslenghi y col., 2014.

dar preñadas ya que la viabilidad del semen varía entre 12 a 30 horas.

No tenemos una explicación clara respecto a estos resultados contradictorios. Posiblemente una solución para evitar esa pasada extra de las vacas ciclando por las mangas para inyectar oportunamente tanto CPE como BE sea aplicar GnRH en el mismo momento de realizar la IATF (Bo y col., 2001; Sauton y col., 2011a) teniendo el inconveniente de no crear el ambiente estrogénico que sí se daría con la aplicación exógena del estrógeno (ver punto IV de este capítulo, 'Protocolos de sincronización y/o inducción de celos y ovulaciones').

Shively y Williams (1989) demostraron que la separación física del ternero de su madre incrementaba la pulsatilidad de LH y favorecía la ovulación. En base a esto nuestra hipótesis fue que uniendo la acción del benzoato de estradiol junto a un destete temporario a corral de corta duración incrementaríamos el pico de LH y por lo tanto aumentarían las ovulaciones con el lógico incremento del porcentaje de preñez. En el año 2000 comenzamos un proyecto de investigación que tenía como fin probar la hipótesis planteada. En 2005 publicamos los resultados de ese Proyecto, en el que utilizamos una esponja intravaginal artesanalmente confeccionada en espuma de poliuretano e impregnada con MAP por espacio de 7 días, inyectando 2 mg IM de BE al insertarla, para luego aplicar 3 tratamientos en vacas en anestro con cría al pie durante 3 años en 2 rodeos de cría de 2 diferen-

tes Departamentos (Flores y Salto). En el primer tratamiento se inyectó 0,5 mg de BE a las 24 horas de retirar el dispositivo intravaginal artesanal (MAP+BE). En el segundo se realizó un destete temporario (DT) con separación física de madre y ternero por espacio de 5 días luego de la extracción de la esponja artesanal (MAP+DT), y en el tercero se inyectó 0,5 mg de BE a las 24 horas y además se realizó un destete temporario en el mismo momento y por el mismo tiempo que en el segundo tratamiento (MAP+BE+DT). Estos 3 tratamientos se repitieron en vacas de parición temprana y tardía (Cuadro I).

Los resultados mostraron que la incorporación de BE y D.T. por 5 días a esta esponja produjo mayores porcentajes de celos y de formación de cuerpo lúteo total (%FCL total) y de fase luteal normal (%FCL fase luteal normal), y determinó menos horas desde la extracción de la esponja hasta la manifestación de celo respecto a los otros dos tratamientos en vacas de parición temprana.

Sin embargo, las variables analizadas no tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos en las de parición tardía. Los dos diferentes momentos de parto se analizaron en forma independiente. Los valores de parición tardía se mostraron numéricamente superiores a los de parición temprana en porcentaje de formación de cuerpo lúteo total y de fase luteal normal, y menores en horas hasta la aparición de celos. Estos resultados sugieren que el momento de

Cuadro I. Porcentaje de vacas en celo, horas hasta el celo, y distintos tipos de Formación de Cuerpo Lúteo según momento de parto (Temprano Experimento 1 o Tardío Experimento 2) y Tratamiento.

	MAP+BE	MAP+DT	MAP+BE+DT
<i>% de vacas en celo</i>			
Temprano	40 c	20 b	76 a
Tardío	52	60	68
<i>Horas entre extracción de esponja y celo ¹</i>			
Temprano	60 ± 7,9 c	70 ± 20,4 b	54 ± 9,5 a
Tardío	45 ± 14,8	39 ± 10,2	42 ± 8,5
<i>% de vacas con FCL, total ²</i>			
Temprano	25 b	32 b	56 a
Tardío	80	86	93
<i>% de vacas con FCL, fase luteal normal ³</i>			
Temprano	7 b	11 b	33 a
Tardío	49	50	63

a, b, c: valores con diferente letra en la misma fila difieren significativamente entre sí (valor $P < 0,05$).

¹ Media ± Desviación Estándar.

² Concentraciones de P4 mayores que 0,5 ng/ml en los días 8 o 15 o 22, o 15 y 22.

³ Concentraciones de P4 mayores que 0,5 ng/ml en los días 15 y 22.

Adaptado de Rodríguez Blanquet y col., 2005.

ovulación del 3^{er} tratamiento sería diferente al del primero, que es el sugerido a nivel comercial.

Entonces, el momento para realizar la IATF tanto en vacas de parición temprana como tardía para el 3^{er} tratamiento, tendría que ser diferente al que se recomienda comercialmente, aunque esto requeriría más investigación. Este proyecto se continuó con otro que comenzó en 2005 cuyos resultados no se mostraron nada alentadores en

cuanto a porcentaje de preñez, tanto en vacas de parición temprana como en vacas de parición tardía (Cuadro II). Rodríguez Blanquet y col. (2009) sometieron a vacas de parición temprana (MP temprano) en anestro y con cría al pie al 3^{er} tratamiento (MAP+BE+DT) del experimento citado previamente, comparándolo contra un testigo (vacas con cría al pie sin ningún tratamiento) (n=582).

Cuadro II. Porcentaje de preñez de vacas de MP Temprano y Tardío tratadas con esponja con MAP, BE y destete temporario (DT) y las vacas testigo.

	MAP+BE+DT	Tratamiento II (testigo)
<i>MP Temprano</i>		
% preñez 30 días	14 a	8 b
% preñez 60 días	42	41
% preñez final	56 a	68 b
<i>MP Tardío</i>		
% preñez 30 días	45	46
% preñez 60 días	58	66
% preñez final	59	71

a,b: los valores en la misma fila seguidos por diferentes letras difieren significativamente entre sí ($P < 0,05$).

MP: momento de parto.

Adaptado de Rodríguez Blanquet y col., 2009.

Este otro proyecto se desarrolló durante 2 años, en 2 empresas agropecuarias, con diferentes categorías (edades), distintos intervalos desde el parto a la aplicación de la progestina y diferentes condiciones corporales al momento de la aplicación del dispositivo intravaginal. Sus resultados de preñez (por ecografía a los 30 días de la IATF) fueron, para vacas de parición temprana, 14% y 8% ($P < 0,05$) en el grupo sometido a IATF y en el grupo testigo (vacas con cría al pie sin ningún tratamiento), respectivamente. Otros investigadores también han obtenido muy magras diferencias al aplicar un destete temporario de corta duración en el momento de la extracción del dispositivo (Geary y col., 2001a; Pinheiro y col., 2009). No así Geary y col. (2001b), que obtuvieron porcentajes de preñez muy superiores al obtenido por nosotros realizando un destete temporario entre la extracción del dispositivo liberador de progestina y la IATF, 2 días más tarde.

Como decíamos más arriba los resultados no fueron nada alentadores, lo que nos llevó a plantear otros protocolos que desembocaron en este último proyecto postulado en 2012. Los resultados de éste son los mostrados en el Capítulo IV de este informe. Las razones de aquellos resultados tan poco definitorios pueden ser varias: no haber sincronizado la onda folicular (ya discutido), el tipo de progestina usada (ya discutido), la forma y dosis suministrada, la duración de la exposición (días), número de días posparto al momento de aplicar la progestina, no haber aplicado $PGF2\alpha$ aunque las vacas estaban en anestro (al momento del conocimiento actual esto hubiese sido fundamental), no aplicar eCG, categoría, raza, momento de realizar la IATF y nivel nutritivo de la vaca.

Sin embargo, en vacas multíparas en anestro con cría al pie y de parición tardía (MP tardío) ($n=66$), los resultados de preñez a los 30 días de realizada la IATF fueron mayores, de 45% y 46%, aunque sin mostrar diferencia estadística entre ambos (Cuadro II). Nuestra opinión es que este tipo de vacas serían favorecidas por la nutrición (Hess y col., 2005), el fotoperíodo (Hansen y Hauser, 1984), el efecto toro (Rodríguez Blanquet, 2002) y todas sus posibles interacciones.

Los resultados del Cuadro I conciben con los del Cuadro II. Es decir, el %FCL de fase luteal normal (33%) aplicando el protocolo MAP+BE+DT en el Cuadro I se correspondería con una preñez

a los 30 días de 14% (Cuadro II) en las vacas de parición temprana, aunque fueron diferentes años y rodeos de cría. En cambio, las vacas de parición tardía del Cuadro I muestran un %FCL de fase luteal normal de 63%, lo cual se correspondería con una preñez a los 30 días de 45% (Cuadro II) con la salvedad dicha para el experimento anterior.

Otra opción, que podría sustituir al destete temporario o sumársele para estudiar si hay un efecto aditivo de ambos, sería aplicar eCG al momento del retiro del dispositivo intravaginal. Marquezini y col. (2013) propusieron aplicar en conjunto un destete temporario junto a eCG. La hipótesis planteada por este grupo de investigadores tiene lógica ya que el destete temporario incrementa la secreción de LH y la eCG promueve el crecimiento de los folículos. Lamentablemente sus resultados no evidenciaron un efecto aditivo de ambos factores sobre la fertilidad. Posiblemente el mayor efecto de la eCG es la estimulación del folículo dominante (mayor producción de estrógeno) y especialmente en vacas en anestro profundo y/o con baja condición corporal. Además, el tratamiento con eCG incrementa el tamaño del cuerpo lúteo (por estimulación del crecimiento del folículo dominante) y por ende la concentración de progesterona en la siguiente fase luteal (Núñez-Olivera y col., 2014). Esto está relacionado con una disminución de la mortalidad embrionaria y por lo tanto con un mayor porcentaje de preñez (Jinks y col., 2013; Madsen y col., 2015). Roche y col. (1992) y MacMillan y Peterson (1993) mostraron que la incorporación de eCG incrementaba el porcentaje de ciclicidad y los porcentajes de preñez en vacas en anestro con estrés nutricional. Este tipo de vaca generalmente corresponde a vacas amamantando, especialmente con su primer ternero.

FACTORES QUE AFECTAN EL ÉXITO DE LA IATF

Los resultados del uso de progestinas por corto tiempo para inducir la ocurrencia de ciclos estrales de duración normal en vacas en anestro con cría al pie han tenido resultados variables con IATF. Son muchos los factores que pueden estar influyendo en los resultados de esta tecnología. Sin la menor duda la nutrición, estimada a través de la condición corporal, es el factor determinante

de los distintos resultados obtenidos con el uso de la IATF (Stevenson y col., 2015). Pero no solo la condición corporal en un momento dado (al parto fundamentalmente), sino la variación del mismo en los diferentes momentos alrededor de la aplicación de la IATF. Short y col. (1990) publicaron que los ciclos estrales podrían ser mantenidos dependiendo si se pierde, mantiene o se gana peso.

Cutaia y col. (2003) y Stevenson y col. (2015) mostraron en un grupo muy grande de vacas ($n=6857$, y $n=8500$, respectivamente) que la condición corporal al momento de aplicar un protocolo de IATF afectaba los resultados de preñez. Cutaia y col. (2003) con un grupo de vacas con estado corporal de 2 (1=flacas; 5=gordas) obtuvieron 46,5%, mientras que con condición corporal promedio de 3 los resultados fueron de 57,7%. Stevenson y col. (2015) en vacas con condición corporal mayor a 5 (1=flacas y 9=gordas) obtuvieron 46,1% de preñez a la IATF., aunque con valores de condición corporal menores a 5 el valor de preñez fue de 41,7% ($P<0,05$). Estos resultados solo marcan una tendencia ya que los autores no clasificaron esos rodeos en cuanto a si venían perdiendo, manteniendo o ganando condición corporal antes y luego de la IATF. Otro ejemplo de la importancia de la nutrición corresponde a Short y col. (1981), quienes observaron que inyecciones seriadas de GnRH en vacas en anestro no inducían ovulación. Esta baja respuesta fue atribuida a una inadecuada condición corporal.

El número de días posparto al momento de aplicar la progestina tiene una correlación positiva con la ovulación y porcentaje de preñez al primer servicio (Lamb y col., 2001; Cutaia y col., 2003; Rodríguez Blanquet y col., 2005, 2009; Stevenson y col., 2015). Las vacas con más de 72 días posparto al comenzar el protocolo de IATF tenían un 46,9% de preñez con respecto a un 40,9% para las vacas con menos de 72 días ($P<0,05$) (Stevenson y col., 2015).

La categoría (primíparas o multíparas) podría estar interactuando con el nivel nutritivo en lo que respecta a preñez al primer servicio. Así, Stevenson y col. (2015) obtuvieron diferencia estadísticamente significativa ($P=0,0014$) en cuanto al

efecto de la edad al parto (primíparas vs. multíparas), mostrando que las vacas multíparas tenían mayor tasa de preñez que las primíparas. Pero un resultado muy interesante del trabajo de Stevenson y col. (2015) es que encontraron una interacción triple entre días del parto a la IATF, edad de la vaca y estado corporal al momento de la IATF ($P=0,065$). Esto está indicando que las preñeces fueron máximas cuando la condición corporal fue mayor a 5, cuando el período de parto a IATF fue mayor que 72 días, y cuando las vacas fueron multíparas.

Cutaia y col. (2003) encontraron diferencias en vacas británicas, índicas y sus cruza. Los autores consideran que el menor porcentaje de preñez constatado en las vacas de razas índicas estaría relacionado a su temperamento, su fisiología reproductiva y las condiciones ecológicas a las que están expuestas.

Se ha publicado muchos trabajos donde se alcanza porcentajes de preñez muy superiores a los típicos de entonces como resultado de haber utilizado protocolos similares a los de nuestros experimentos en vacas con distintos estados fisiológicos (por ej.: Stevenson y col., 1997; Lamb y col., 2001; Dobbins y col., 2009). Estos resultados superiores podrían deberse a que un porcentaje muy alto de esos rodeos experimentales estaban ciclando al comienzo de los experimentos, y a que las vacas diagnosticadas como en anestro probablemente estaban ya muy cerca de ciclar (anestro superficial). También Cutaia y col. (2003) y Stevenson y col. (2003b) obtuvieron mayor porcentaje de preñez a la IATF en vacas ciclando normalmente que en vacas en anestro.

El tiempo que el dispositivo liberador de progestina permanece dentro de la vagina de la vaca no sería un factor determinante en los resultados de preñez. El uso de nuevos dispositivos intravaginales liberadores de progestinas por diferente número de días (7, 8 y 9 días) no resultó en diferencias estadísticamente significativas en porcentaje de preñez (Chesta y col., 2005; Balla y col., 2005; Scena y col., 2005; Stevenson y col., 2015). Es necesario aclarar que estos experimentos se desarrollaron en vacas tanto ciclando como en anestro con cría al pie.

MOMENTO PARA INSEMINAR A TIEMPO FIJO

Los datos publicados a partir de estudios en que se realizó exámenes frecuentes de los ovarios en vacas tratadas con un protocolo convencional indican que estas ovulan entre 62 y 68 horas (media de 66 horas) desde la extracción del dispositivo liberador de progesterona (Cutaia y col., 2003; Ramos y col., 2011). Similares resultados (66 a 72 horas) fueron obtenidos por Cutaia y col. (2001c). Otros investigadores obtuvieron resulta-

dos diversos. Martínez y col. (2007) publicaron para la misma variable un rango de 72 a 108 horas con una media de $81,6 \pm 3,5$ horas. Bo y col. (2001), en vaquillonas, indican que las ovulaciones ocurrieron entre 72 y 84 horas tras la extracción. Estas diferencias en los momentos de ovulación que publicaron los distintos autores pueden ser debidas al número de horas que hay entre dos exámenes consecutivos de los ovarios.

Los Cuadros III y IV muestran resultados usando el Protocolo Convencional con diferen-

Cuadro III. Porcentaje de preñez como resultado de IATF realizada en diferentes momentos luego de la aplicación de PGF2 α , usando benzoato de estradiol o cipionato de estradiol como sincronizador de la ovulación.

Intervalo PGF2 α – IATF (h)	Nº de vacas	% de preñez	Fuente y observaciones
48-50 h	75	48	Bo y col. (2001)
	66	32	Callejas y col. (2011)
	35	56	Callejas y col. (2011)
	100	43	Zabala y col. (2011)
	37	59	Sauton y col. (2011b)
	158	62	Díaz y col. (2011)
	60	50	Dick y col. (2011)
	75	48	Bo y col. (2005)
	211	45	Cutaia y col. (2003)
	104	54	Pita y col. (2011)
Total 48-50 h	944	50	<i>media ponderada por N° animales</i>
52-56 h	76	42	Bo y col. (2001)
	66	22	Callejas y col. (2011)
	35	50	Callejas y col. (2011)
	100	44	Zabala y col. (2011)
	76	55	Bo y col. (2005)
	145	55	Díaz y col. (2011)
	210	51	Cutaia y col. (2003)
	98	55	Pita y col. (2011)
Total 52-56 h	806	48	<i>media ponderada por N° animales</i>
72 h	36	44	Sauton y col. (2011b)
	105	74*	Dick y col. (2010)
	8	87*	Rodríguez Blanquet (datos no publ.)
	24	87*	Rodríguez Blanquet (datos no publ.)
	69	64*	Rodríguez Blanquet (datos no publ.)
	69	65*	Rodríguez Blanquet (datos no publ.)
	47	71*	Rodríguez Blanquet y col. (2017)
Total 72 h	358	69	<i>media ponderada por N° animales</i>

* Estos valores corresponden a un protocolo en que se determinó celo los días 8 y 9 de mañana. En la mañana del día 9 se inyectó BE a los animales que no hubieran manifestado celo. En ellos se practicó IATF el día 10 (a las 24 horas de la aplicación del BE).

Cuadro IV. Porcentaje de preñez como resultado de IATF realizada en diferentes momentos luego de la aplicación dePGF2 α , usando GnRH como sincronizador de la ovulación.

Intervalo PGF2 α –IATF (h)	Nº de vacas	% de preñez	Fuente y observaciones
48-50 h	77	43	Martínez y col. (2002)
	136	43	Dobbins y col. (2009)
	291	55	Stevenson y col. (2003)
	273	59	Lamb y col. (2001)
	95	66	Stevenson y col. (2003)
Total 48-50 h	872	55	<i>media ponderada por Nº animales</i>
54	215	59	Busch y col. (2007)
54	424	61	Busch y col. (2008)
56	157	63	Dobbins y col. (2009)
60	365	45	Kasimanickam y col. (2006)
60	181	48	Stevenson y col. (2003)
60	599	52	Kasimanickam y col. (2008)
60	112	53	Bridges y col. (2008)
60	111	67	Bridges y col. (2008)
60	201	56	Bridges y col. (2008)
60	539	54	Larson y col. (2006)
64	170	54	Dobbins y col. (2009)
66	219	64	Busch y col. (2007)
66	426	67	Busch y col. (2008)
Total 54-66 h	3719	57	<i>media ponderada por Nº animales</i>
72 h	38	55*	Guerra y col. (2011)
	142	51	Dobbins y col. (2009)
Total 72 h	180	52	
72 [#]	105	80	Bridges y col. (2008)
72 [#]	199	65	Bridges y col. (2008)
72 [#]	282	69	Kasimanickam y col. (2009)
72 [#]	901	57	Whittier y col. (2010)
72 [#]	468	56	Kasimanickam y col. (2012)
Total 72 h	1955	61	<i>media ponderada por Nº animales</i>

* Este valor corresponde a un protocolo en que se determinó celo los días 8, 9 y 10 de mañana. En este último día se inyectó GnRH a los animales que no hubieran manifestado celo. En ellos se practicó IATF el día 10. El % de concepción por IA luego de los celos visto fue 50% (11/22), determinados a los 30 días de inseminar.

Se coloca un dispositivo liberador de progestina (en este caso CIDR) por espacio de 5 días, y se inyecta 2 veces PGF2 α con diferencias entre los momentos de esas inyecciones que variaron entre 4 y 12 horas.

tes momentos de realización de la IATF en vacas en anestro o ciclando normalmente y de diferentes edades. Como hormona sincronizadora de la ovulación se usó benzoato de estradiol o cipionato de estradiol (Cuadro III) o GnRH (Cuadro IV). Estos resultados están mostrando que no hay mayores diferencias entre inseminar a tiempo fijo entre 48 y 56 horas luego de haber extraído el dispositivo intravaginal, lo cual corresponde a la hora de IATF de los protocolos convencionales. Como muestran estos cua-

dros, los resultados medios de preñez a la IATF usando el protocolo convencional son de un 50%, pero son superiores si se insemina a las 72 horas más si es determinado celo entre la extracción del dispositivo liberador de progestinas hasta la IATF. También es interesante ver que no hay mayores diferencias biológicas (pero sí económicas) entre el uso de GnRH o benzoato de estradiol, tanto como sincronizadores de la onda folicular como de la ovulación, punto ya discutido.

Con el uso del protocolo convencional con BE estamos induciendo a ovular folículos de pequeño diámetro, que tienen menos probabilidad de ser fertilizados en una IATF (Vasconcellos y col., 2001; Lamb y col., 2001; Perry y col., 2005; Mussard y col., 2007). Estos folículos pequeños producirán cuerpos lúteos pequeños con menor producción de progesterona que redundarán en menores porcentajes de preñez (Vasconcellos y col., 2001). Pero no solo el diámetro del folículo ovulatorio nos está diciendo la madurez de ese folículo.

Así, folículos de igual diámetro, aunque unos ovulando de manera natural y otros inducidos, resultan en diferentes porcentajes de concepción. Perry y col. (2005) publicaron que folículos que ovularon en forma inducida por GnRH con un diámetro menor o igual a 11 mm resultaron en menor porcentaje de preñez (18 a 29%) y alto porcentaje de mortalidad embrionaria (39%) entre 27 y 68 días luego de la inseminación artificial. Sin embargo, las hembras que ovularon en forma natural a partir de un folículo cuyo diámetro también era menor o igual a 11 mm mostraron fertilidad y mortalidad embrionaria después de la IATF similares a las de las hembras que ovulaban a partir de folículos de mayor tamaño. Entonces no solo el diámetro del folículo es el responsable de la fertilidad, sino que otras variables deben ser consideradas de importancia. Perry y col. (2005) mostraron que los folículos inducidos a ovular con un diámetro menor a 12,8 mm secretaban menos progesterona (ya como cuerpos lúteos) comparados con folículos mayores a ese diámetro.

Murdoch y Van Kirk (1998) publicaron que los folículos ovinos inducidos a ovular 12 horas después de la regresión luteal formaban cuerpos lúteos más pequeños y secretaban menos progesterona que los folículos inducidos a ovular 36 horas luego de la regresión luteal. Las células de la granulosa se diferencian a células grandes y más del 80% de la producción de progesterona del cuerpo lúteo en el ovino la producen dichas células (Niswender y col., 1985). Las células grandes generalmente no se multiplican después de la ovulación, sino que se agrandan. Por lo tanto, el número de células grandes del folículo ovulatorio está directamente relacionado al número de células grandes que se encontrarán en el cuerpo lúteo resultante (Adams, 1999). Entonces, puede suceder que en las ovulaciones indu-

cidas a partir de folículos pequeños haya pocas células grandes, lo cual hará que los cuerpos lúteos, producto de ese tipo de folículos, presenten poca producción de progesterona. Aún así, esto no es explicación satisfactoria para una buena sobrevivencia embrionaria luego de que son fecundados los ovocitos producto de folículos pequeños que ovulan en forma natural. Estos folículos pequeños que ovulan en forma natural podrán tener un número bajo de células grandes, pero puede suceder que ese pequeño número de células grandes en el cuerpo lúteo produzca una adecuada cantidad de progesterona debido a la alta concentración de estradiol dada por el folículo precedente (Figura 4). Welsh y col. (1983) demostraron que la cantidad de estradiol producida por el folículo dominante tenía relación con la síntesis de progesterona del cuerpo lúteo subsiguiente luego de la estimulación de las gonadotropinas. Además, el pasaje de los primeros estadios embrionarios hasta la etapa de conceptus depende exclusivamente de las secreciones oviductuales y uterinas (Binelli y col., 2017). Este proceso de secreción en los primeros días luego de la fertilización es programado por la exposición a los estrógenos durante la fase folicular y a la acción de la progesterona en la fase luteal temprana. En base a este resultado, el trabajo de Perry y col. (2005) podría explicar por qué los folículos de diámetro pequeño que ovulan naturalmente podrían tener similar preñez que los folículos de mayor diámetro que fueron inducidos a ovular (Figura 4).

La figura 4 muestra que las vacas no detectadas en celo e inducidas a ovular folículos <11,3 mm tenían menor concentración de estradiol ($P < 0,02$) en el día 0 (IATF) comparadas con las vacas inducidas a ovular folículos de mayor tamaño. Por el contrario, cuando las vacas mostraban celo, el tamaño del folículo, tanto <11,3 como $\geq 11,3$ mm, no afectaba la concentración de estradiol en el día -2 ni en el día 0. Entonces, estos folículos de vacas que muestran celo, independientemente de su tamaño, producen más estradiol, producirían más progesterona en la fase luteal siguiente, y por lo tanto generarían menor mortalidad embrionaria y por consiguiente mayor porcentaje de preñez.

Volviendo ahora a los folículos de las vacas que no manifiestan celo y cuyo tamaño final sí es determinante, la forma de incrementar su diáme-

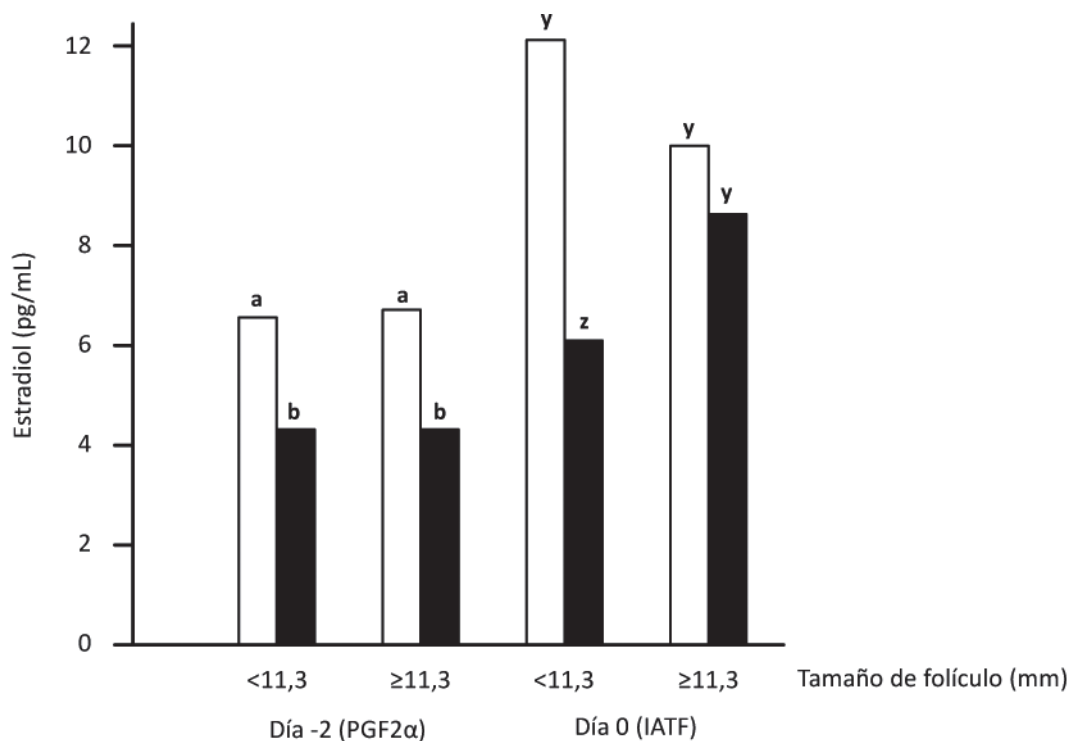


Figura 4. Efecto del tamaño del folículo ovulatorio sobre la concentración de estradiol en vacas detectadas (barra blanca) y no detectadas en celo (barra negra) (letras a,b y y,z son diferentes $P < 0,02$). Adaptado de Perry y col., 2005.

tro es incrementando el lapso entre la aplicación de $\text{PGF2}\alpha$ (al extraer el dispositivo intravaginal liberador de progestina) y la inyección de GnRH o de benzoato de estradiol para sincronizar la ovulación. Así, si pudiéramos hacer ovular un folículo tras una onda folicular preovulatoria un poco más prolongada (el folículo aumentaría de diámetro), este produciría más cantidad de estradiol (lo que aumentaría la probabilidad de que el celo se manifestara claramente), habría mayor concentración y pulsatilidad de LH dada esa mayor producción de estrógeno, y aumentarían las probabilidades de ovulación. Y ese folículo ovularía con mayor tamaño (produciendo más cantidad de estrógeno), se obtendría un cuerpo lúteo de mayor volumen, con mayor producción de progesterona y por lo tanto con menor posibilidad de mortalidad embrionaria (Mann y Lamming, 1999; Jinks y col., 2013; Madsen y col., 2015). Todo esto terminará en mayor porcentaje de preñez. El problema que tiene la aplicación de GnRH o estrógeno (un día antes de IATF) es que se hace ovular un folículo de menor diámetro.

Para confirmar las ideas planteadas, Bridges y col. (2010) (Cuadro V) realizaron un experimento en vacas ciclando normalmente, comparando animales con diferentes largos del proestro (1,0 a 4,7 días). Los resultados mostraron un mejor porcentaje de preñez en las vacas con proestro largo (ver 1,25 días = 10% y 2,25 días = 71%, casi a igualdad de tamaño folicular). Además, las vacas de proestro largo a la IATF tenían más fases luteales de largo normal (26/40) que las de proestro corto (7/38). Cuando se incluyó en el análisis solo las vacas de fase luteal normal, el porcentaje de preñez a la IATF fue 73% (19/26) y 14,3% (1/7) para largo y corto, respectivamente. Otros ejemplos que confirman la importancia del largo del proestro también se muestran en el Cuadro V (por ej. fila 2 vs fila 7). Todo lo expresado hasta el momento le da a la concentración de estradiol en el período preovulatorio un papel fundamental en la preñez final. Pero aún se puede citar más efectos positivos del estradiol hacia la obtención de esa preñez final. El efecto del estradiol sobre el transporte de los espermatozoides está probablemente asociado con el cambio en el

Cuadro V. Porcentaje de concepción, diámetro y edad del folículo desde hasta la ovulación, duración del proestro y número de vacas incluidas en una serie de experimentos investigando el efecto de la madurez del folículo sobre la fertilidad.

Nº de vacas	% de concepción 30 días pos-IA	Ø del folículo al ovular (mm)	Edad del folículo al ovular (días)	Duración del proestro (días)
45	4	11,1 ± 0,2	5,4	1,0 ± 0,1
12	8	11,1 ± 0,2	5,1	1,0 ± 0,1
10	10	12,6 ± 0,2	-	1,25
54	57	13,6 ± 0,2	6,6	2,2 ± 0,1
12	67	13,7 ± 0,2	6,1	2,0 ± 0,1
28	71	12,9 ± 0,2	-	2,25
29	76	10,7 ± 0,1	5,1	3,3 ± 0,1
24	100	12,0 ± 0,3	6,0	4,7 ± 0,2

Adaptado de Bridges y col., 2010.

pH uterino. Ya hay evidencia de que ese pH regula la motilidad de los espermatozoides y preserva su viabilidad (Perry, 2017). El estradiol induce una disminución en el pH uterino al inicio del estro. Esto inicialmente puede disminuir la motilidad de los espermatozoides, inhibir la capacitación y la reacción del acrosoma, y de esta forma aumenta la longevidad de los espermatozoides (Perry, 2017). Luego del estro, se incrementa rápidamente el pH de 6,7 a 7,0 antes del momento de la ovulación. Al aumentar ese pH se incrementa la motilidad espermática. Esta mayor motilidad parecería ser fundamental para la preñez final. Pero el estradiol también tiene un efecto directo en la regulación de receptores de progesterona en el epitelio del útero. Es decir, tiene efecto sobre la concentración de progesterona (Jinks y col., 2013; Madsen y col., 2015) en el ciclo siguiente. Esta hormona, luego de la fecundación, tiene relación con la elongación del concepto y la producción de interferón tau. Esta proteína es la responsable de evitar la luteólisis y por lo tanto del establecimiento de la preñez (Mann y Lamming, 1999). Por último, Perry (2017) publicó que niveles elevados de estradiol tuvieron efecto en el transporte de glucosa uterina. Esto puede servir como un posible mecanismo para llevar glucosa al útero, donde puede ser utilizada por el embrión para su desarrollo. El tamaño del embrión tiene relación con la producción de interferón tau y esta con el reconocimiento de la preñez (Mann y Lamming, 1999).

En conclusión, con todo lo expuesto, parecería que la madurez del folículo no es predicha por un solo factor. Probablemente sea el efecto acumulativo de muchos factores como el largo del proestro, la alta concentración y la producción de estradiol previa a la IATF, la edad y el diámetro del folículo (estos 2 últimos factores actuando independientemente), todo lo cual influiría en la producción de progesterona del cuerpo lúteo resultante, así como en el desarrollo embrionario.

PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN Y/O INDUCCIÓN DE CELOS Y OVULACIONES

Desde hace más de medio siglo se intenta tener control del ciclo estral. Estas investigaciones pasaron por varias etapas.

- La primera consistió en el uso de progestinas para crear una larga fase luteal artificial. Se sincronizaba muy bien los celos, pero la fertilidad era muy baja.
- La segunda se basó en la combinación de estrógenos y gonadotrofinas con progestinas.
- La tercera fue el uso de PGF2α para lisar el cuerpo lúteo.
- La cuarta radicaba en la combinación de progestinas con PGF2α.
- En una quinta etapa se comprendió que era necesario controlar la dinámica folicular con

una o varias hormonas para lograr atresiar o hacer ovular el folículo dominante presente en ese momento. Así, entonces, comenzará el desarrollo de una nueva onda folicular. En esta última fase se combina una progestina, PGF2 α , GnRH o sales de estradiol (benzoato de estradiol o cipionato de estradiol).

Resumiendo, los programas actuales controlan la dinámica folicular, luego inducen la regresión del cuerpo lúteo y por último inducen la ovulación de un folículo dominante.

Este tipo de protocolo, al que hemos denominado 'Convencional' (Figura 1), se realiza, como ya fue dicho, administrando GnRH o BE al momento de la aplicación de un dispositivo liberador de progestina. El día de su extracción (día 7 u 8 del tratamiento) se aplica una dosis luteolítica de PGF2 α y cipionato de estradiol (y a veces eCG, dependiendo fundamentalmente de la condición corporal de las vacas). Otras veces se sustituye el cipionato de estradiol con BE inyectado a las 24 horas de haber extraído el dispositivo. En países donde el uso de benzoato de estradiol y otros esteroides estrogénicos sintéticos está prohibido se inyecta GnRH en el momento de la inseminación. Finalmente, la IATF se realiza a las 48 horas o 52-56 horas de la extracción del dispositivo liberador de progestina.

En los últimos años hubo cambios en los protocolos recomendados. El grupo del Dr. Michael Day propuso un protocolo con una duración del dispositivo intravaginal liberador de progestina de 5 días (Co-Synch de 5 días) inyectando GnRH al momento de su colocación y PGF2 α en la extracción, inseminando a tiempo fijo a las 72 horas de la extracción del mismo junto con la aplicación de una segunda dosis de GnRH. Su fundamento fue un efecto de mayor durabilidad de la estimulación gonadotrófica sobre el folículo preovulatorio (3 días) que podría incrementar la circulación de estrógeno y el diámetro del folículo preovulatorio antes de inducir la ovulación. Por otro lado, al acortar el período de permanencia del dispositivo en la vagina de la vaca, se tendría al folículo preovulatorio en el momento de máxima producción y concentración de estradiol cuando se aplica PGF2 α al extraer el dispositivo. Así, Rhodes y col. (1995) publicaron que la concentración de estradiol en la vena cava fue mayor a los 3 días de la emergencia del folículo dominante de

la primera onda folicular comparado a momentos posteriores de la vida de ese folículo. También Valdez y col. (2005) demostraron que un folículo de 4 días luego de la emergencia tenía mayor concentración intra-folicular y mayor capacidad de producir estradiol que los folículos evaluados más tardíamente en la onda folicular. La GnRH inyectada en el momento de la aplicación del dispositivo intravaginal puede inducir la emergencia de una nueva onda folicular entre 1 a 2 días después (Martínez y col., 2000). De este modo, al retirar el dispositivo intravaginal, el folículo dominante estaría produciendo el máximo de estradiol. Sin embargo, como ya fue dicho, hay un porcentaje de hembras que con la aplicación de GnRH no ovulan (alrededor del 40%). Si esto se da en un momento en que no hay un cuerpo lúteo presente, se producirían folículos persistentes de baja fertilidad si la permanencia del dispositivo en la vagina fuese mayor a 5 días (Austin y col., 1999). Esta es la razón de proponer una permanencia del dispositivo de solo 5 días. El realizar la IATF a las 72 horas de haber extraído el dispositivo ha sido asociado a un mayor crecimiento y por lo tanto mayor tamaño del folículo preovulatorio con alta concentración de estradiol, y alta concentración de progesterona en la fase luteal siguiente, especialmente en aquellas vacas que no ovularon por la aplicación de la primera dosis de GnRH (Bridge y col., 2014). La justificación de todo esto es que se producen folículos de mayor diámetro. Este protocolo, que usa el CIDR por espacio de 5 días inseminando a tiempo fijo a las 72 horas de su extracción, se mostró superior -en cuanto al porcentaje de concepción obtenido- al de 7 días de permanencia del dispositivo inseminando a las 60 horas de haberlo extraído en vacas paridas (Bridge y col., 2008). En este protocolo, la primera dosis de GnRH induce la aparición de una nueva onda folicular en los siguientes 1 o 2 días (Martínez y col., 2000). Como ya hemos dicho, en los protocolos de 5 días de permanencia de los dispositivos, el folículo preovulatorio lograría alcanzar la máxima producción posible de estrógeno en el líquido intrafolicular (por ser el dominante de la primera onda folicular), cosa que no ocurriría en el protocolo de 7 días. Se agrega a esto que algunas vacas pueden tener 2 cuerpos lúteos. Uno proveniente de la ovulación anterior a la aplicación de GnRH y el otro debido a la aplicación de esa primera dosis de GnRH (cuerpo lúteo accesorio), lo cual constituiría una ventaja por una

mayor producción de progesterona. Aún así, esto posibilitaría que con una sola dosis luteolítica de PGF2 α no se lisaran la totalidad de los cuerpos lúteos, comprometiendo el éxito del tratamiento.

Kasimanickam y col. (2009) demostraron, para el protocolo de permanencia del dispositivo por 5 días, que la administración de 2 dosis de PGF2 α con diferencia de 7 horas luego de su extracción tenía resultados reproductivos superiores a la aplicación de una sola dosis. Pero en tal caso, lo más práctico sería dar las 2 dosis luteolíticas en el menor tiempo posible para mantener las vacas en las mangas y por lo tanto no volver a pasarlas por las mismas. Whittier y col. (2010) compararon dar la segunda dosis de PGF2 α en dos distintos momentos respecto a la primera. Una entre 0,5 y 3,9 horas, y la otra entre 4,5 y 8,2 horas luego de la primera dosis de PGF2 α . El tratamiento de las vacas que recibían la segunda dosis en forma tardía presentó un valor superior en preñez a la IATF que el tratamiento en que se inyectó en forma temprana. Sin embargo, la necesidad de una segunda dosis de PGF2 α no está totalmente determinada (Cuadro VI). Es posible que haya diferencias en respuestas reproductivas entre los distintos análogos de esta hormona.

Por otra parte, con el protocolo de los 5 días se ha obtenido otros resultados según el momento en que se realiza la IATF. Kasimanickam y col. (2012) utilizando el mismo protocolo de Bridges y col. (2008), obtuvieron mayores porcentajes de concepción realizando la inseminación a tiempo fijo a las 56 horas (66,0%, n=482) que a las 72 horas (56,2%, n=468) (P<0.01) en vaquillonas cruzas Aberdeen Angus. Esto puede ser debido a que antes de las 72 horas se presentan una cantidad importante de hembras en celo natural. Peterson y col. (2011) obtuvieron 56% (234/415) de hembras en celo antes y en el momento de la

IATF. Dick y col. (2010) y Guerra y col. (2011) obtuvieron 62% (65/105) y 37% (22/60) antes de inyectar benzoato de estradiol y GnRH, respectivamente

Otra variable a tener en cuenta es el tipo de vaca. En algunos experimentos se usó vacas paridas y en otros vaquillonas. Parecería que la edad de las hembras a inseminar tendría efecto sobre el porcentaje de concepción al primer servicio en este tipo de protocolo. Dobbins y col. (2009), con un protocolo CO-Synch + CIDR 7 días (Protocolo Convencional con uso de GnRH), obtuvieron mayor porcentaje de concepción inseminando a las 56 horas de la extracción del dispositivo en vacas con edades menores o iguales a 3 años. Pero con edades mayores o iguales a 3 años no había diferencia entre 56, 64 o 72 horas.

El protocolo según el cual se insemina a las 72 horas con dos dosis de PGF2 α en diferentes momentos presenta tres inconvenientes. En primer término, el costo extra que representa la segunda aplicación de esta hormona. El segundo sería el paso adicional de los animales por las mangas y/o el mantenimiento en las mismas de esas hembras con el correspondiente estrés y posible efecto sobre la fertilidad. El último es que habría vacas que mostrarían celo naturalmente antes de inyectar la dosis de GnRH responsable de la sincronización de la ovulación. De acuerdo a la vida media del ovocito en el tracto genital femenino, esas vacas posiblemente no se lleguen a poder fertilizar cuando se realice la IATF.

El protocolo de 5 días no tiene resultados contundentes. Esto se observa en el cuadro VI, en que los valores no son tan elevados (similares a los obtenidos con el protocolo convencional, cuadros III y IV). La forma en que podríamos salvar el último inconveniente sería determinando celo e

Cuadro VI. Porcentaje de preñez al primer servicio en vaquillonas (n=1222) en 4 localidades usando el protocolo de 5 días, inyectando 2 análogos de la PGF2 α , en 1 o 2 dosis en uno de ellos en dos dosis.

Localidad	Número de vaquillonas	2 dosis(Lutalise)	1 dosis(Lutalise)	1 dosis(Cloprostenol)
1	236	43,1	46,8	57,7
2	176	44,0	65,0	86,0
3	232	53,1	54,8	44,9
4	169	51,7	41,8	51,8
Total	1222	52,7	52,0	58,8

Adaptado de Cruppe y Day, 2011.

inseminando con la regla AM/PM desde la extracción del dispositivo intravaginal (y aplicación de $\text{PGF2}\alpha$) hasta la mañana anterior a la del día en que se realiza la IATF junto con la aplicación de GnRH.

En los últimos años un grupo de investigadores argentinos liderado por el Dr. Gabriel Bo comenzaron a investigar un nuevo protocolo de IATF que denominaron J-SYNCH (Figura 5). En éste se inyecta 2 mg de benzoato de estradiol al aplicar un dispositivo liberador de progestina por espacio de 6 días. Al momento de la extracción se aplica una dosis luteolítica de $\text{PGF2}\alpha$. La ventaja de usar benzoato de estradiol para sincronizar la onda folicular es que no produce ovulación y no se produciría un cuerpo lúteo accesorio. Esta hormona atresia el folículo dominante en casi 90% de las vacas y vaquillonas, y así emerge otra onda a los 3 o 4 días (Martínez y col., 2000). De este modo, no tendríamos que inyectar dos dosis de $\text{PGF2}\alpha$ como cuando se aplica GnRH al inicio en el

protocolo de 5 días. La IATF se realiza el 9º día, es decir a las 72 horas de la extracción del dispositivo liberador de progestinas (día 6) junto a una aplicación de GnRH. Los resultados obtenidos al compararlo con el protocolo convencional no han sido satisfactorios (Cuadro VII) salvo cuando se determina celo antes de la IATF. El Cuadro VIII muestra que si se determinara celo previo a la dosis de GnRH en el protocolo J-SYNCH los resultados serían más que aceptables.

El Dr. Alejo Menchaca propuso una modificación del protocolo J-SYNCH a efectos de tratar de «capturar» algunas de las hembras que presentarían celo previo a la IATF. Los dispositivos junto a los 2 mg de benzoato de estradiol se colocaban el día 0 a la tarde. Se extraían en la tarde del día 6 junto con la inyección de una dosis comercial de $\text{PGF2}\alpha$. En ese momento se pintaba la cola de la vaca con una pintura específica para ayudar en la determinación de celo (Rodríguez Blanquet y col., 2015). En la mañana del día 9 se inseminaba

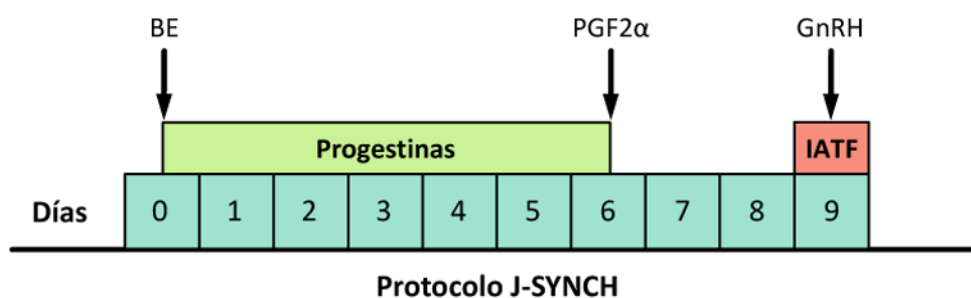


Figura 5. Protocolo J-SYNCH.

Cuadro VII. Comparación de porcentajes de preñez obtenidos en experimentos de primavera en vaquillonas utilizando los protocolos «Convencional» y J-SYNCH.

Referencias	J-SYNCH	Convencional
Chesta y col. (2017)	93/173	103/197
Erbiti y col. (2017)	61/100	69/113
Pelassa y col. (2017)	31/66	32/65
Rentaría y col. (2017)	70/98	63/83
Villa y col. (2017)	56/104	60/104
de la Mata y col. (2015)	286/481	263/485
de la Mata y col. (2015)	108/210	88/120
de la Mata y col. (2015)	87/156	78/158
<i>Promedios ponderados por el número de animales de cada experimento</i>	Total = 57% (792/1388)	Total = 57% (756/1325)

Cuadro VIII. Porcentaje de detección de celos, porcentaje de concepción, porcentaje de preñez a la IATF y porcentaje de preñez total a la IATF en vaquillonas.

	Protocolo Convencional	Protocolo J-SYNCH
% de celos	28,6 (30/105) a	38,8 (40/103) a
% de concepción	50,0 (15/30) a	80,0 (32/40) b
% de preñez a la IATF	45,3 (34/75) a	60,3 (38/63) a
% de preñez total a la IATF	46,6 (49/105) A	68,0 (70/103) B

a, b: valores seguidos de diferentes letras en la misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$).
A, B: valores seguidos de diferentes letras en la misma fila difieren significativamente ($P < 0,09$).
 Adaptado de De la Mata y col., 2015.

todas las hembras que estaban despintadas (alrededor de las 66 horas luego de la extracción del dispositivo) sin aplicación de GnRH. En la tarde del día 9 (a las 72 horas de la extracción del dispositivo) se realizaba la IATF al resto de los animales (hembras con la pintura intacta-no mostraron celo) junto a la administración de una dosis de GnRH que se puede inyectar al momento de la IATF o adelantarla a las 60 horas. Esta forma de realizar el Protocolo J-SYNCH fue comparada con el Protocolo Convencional (Menchaca y col., 2017). En 2349 vaquillonas en 5 establecimientos obtuvieron 56,1% (631/1125) y 50,7% (620/1224) para ambos protocolos respectivamente ($P < 0,05$). En este mismo trabajo se demostró que no es necesario inyectar GnRH a las vaquillonas en celo (pintura borrada) pero si a las que tienen la pintura intacta al momento de la IATF. A todas las vaquillonas se les aplicó 300 UI de eCG.

Respecto a vacas en anestro con cría al pie todavía no se han encontrado protocolos que den resultados satisfactorios usando el protocolo J-SYNCH

Nuestro grupo estuvo y está trabajando en un nuevo protocolo algo diferente a los desarrollados hasta el momento (Figura 6). En este se inyecta

2 mg de BE en el momento de aplicar un dispositivo liberador de progesterina por 7 días. A su extracción se aplica una dosis luteolítica de PGF2 α . Desde la mañana del día 8 y hasta la mañana del día 9 se determina celo y se insemina según la regla AM/PM (3 veces). A las vacas que no muestran celo hasta la mañana del día 9 se les inyecta 0,5 mg de BE. Esas vacas a las que se inyectó la segunda dosis de BE reciben IATF el día 10. El día 9 en la tarde no se determina celo ya que se inseminará a tiempo fijo a la mañana siguiente (las hembras que lo manifestaran, se les inseminaría de todos modos 10-12 horas después). El fundamento para proponer este nuevo protocolo consistía en que alargando el número de días entre la extracción del dispositivo y la IATF se incrementa el tamaño del folículo ovulatorio como también la concentración de estradiol endógeno por ese mayor diámetro del folículo preovulatorio. Al inyectar BE como sincronizador de la onda folicular, esta emergerá alrededor del día 4. Al extraer el dispositivo intravaginal el día 7, el folículo preovulatorio estará en su máxima capacidad de producción de estrógeno por estar en el tercer día desde la emergencia de la onda folicular (Rhodes y col., 1995). Además, el BE que se inyecta en el período preovulatorio (día 9)

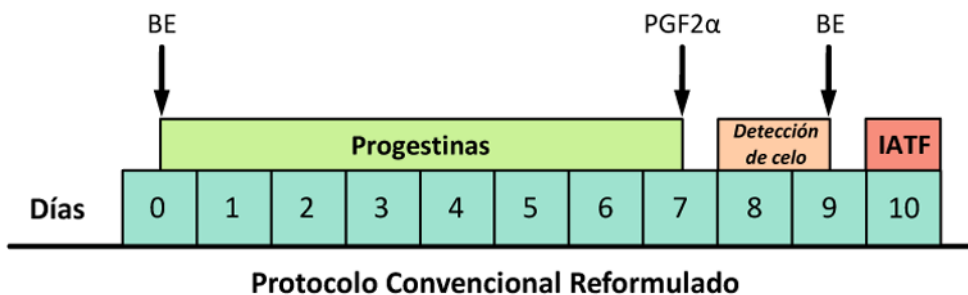


Figura 6. Protocolo Convencional Reformulado.

complementaría al estrógeno que produce ese folículo. Adicionalmente, se determina celo 3 veces antes de realizar la IATF para no perder ninguna oportunidad de preñez.

Al usar BE para sincronizar la onda folicular e inducir la ovulación, y no GnRH, se presentan varias ventajas:

- 1) No tenemos cuerpos lúteos accesorios que probablemente nos obligarían a inyectar doble dosis de PGF2 α en tiempos diferentes.
- 2) El BE es menos costoso que la GnRH.
- 3) El hecho de usar BE para inducir la ovulación la induciría en folículos más pequeños respecto al protocolo J-SYNCH, pero no tan pequeños como en el Protocolo Convencional, ya que en este Protocolo Convencional Reformulado, el BE se inyecta un día después (día 9) que en aquél (día 8) (ver Figura 1 y Figura 6). La ventaja del uso de GnRH al momento de inseminar en lugar de BE un día antes de la IATF es que la GnRH haría ovular folículos de mayor tamaño con mayor concentración de estradiol. Este Protocolo Convencional Reformulado podría paliar este «defecto» al inyectar un estrógeno (BE) en el día 9 y así incrementar la concentración de estradiol en el período preovulatorio. De esta forma se crea un ambiente, durante el desarrollo final del folículo preovulatorio, con mayor concentración de

estradiol. Esto último, como ya fue expresado, por diferentes caminos incrementa el porcentaje de preñez final.

- 4) El uso de BE facilitaría la canulación por incremento del diámetro del canal cervical.

En anestro profundo no hay que esperar resultados muy por encima del 30% de preñez al primer servicio, aunque inyectemos eCG al momento de extraer el dispositivo intravaginal liberador de progestina. En general el uso de esta hormona incrementó el porcentaje de ciclicidad y el porcentaje de preñez en vacas en anestro con estrés nutricional (Roche y col., 1992; MacMillan y Pelterson, 1993), pero debemos tener presente que ante este tipo de anestro requeriremos medidas de manejo adicionales para poder considerar la IATF como una alternativa productiva y económicamente válida.

Es por esto que creemos muy alentador el uso de estos tratamientos hormonales interactuando con prácticas de manejo. Berardinelli y col. (2007) y Tauck y Berardinelli (2007) han obtenido mejor comportamiento reproductivo al unir el efecto toro a tratamientos hormonales. Menchaca y col. (2005) en vacas multíparas (Cuadro IX) y Rodríguez Blanquet (2008b) en primíparas (Cuadro X) publicaron resultados muy auspiciosos al incluir en forma conjunta destete precoz e IATF (ambos con Protocolo Convencional).

Cuadro IX. Porcentaje de preñez obtenido el día de la IATF y acumulado hasta transcurridos 30 días desde esta, utilizando destete precoz (DP), inducción de la ovulación (IATF), o ambas metodologías combinadas, en vacas multíparas.

Tratamientos	DP	IATF	DP + IATF
Preñez en el primer día de la IATF	0% (0/47) a	35% (16/46) c	56% (26/46) b
Preñez en los primeros 30 días de servicio	51% (24/47) a	48% (22/46) a	78% (36/46) b

a,b,c: valores en la misma fila seguidos por diferentes letras difieren significativamente entre sí (P<0,05) Adaptado de Menchaca y col., 2005.

Cuadro X. Porcentaje de preñez determinado por ecografía 30 y 60 días luego de la IATF utilizando solo destete precoz (DP), o combinándolo con inducción de la ovulación (IATF), en vacas primíparas

Tratamientos	DP	DP + IATF
% de preñez obtenido en los primeros 10 días desde la IATF	19 (4/27) a	50 (11/22) b
% de preñez obtenido en los primeros 30 días de servicio	81 (22/27)	77 (17/22)

a, b: valores en la misma fila seguidos por diferentes letras difieren significativamente entre sí (P<0,05)

Adaptado de Rodríguez Blanquet, 2008b.

Estos investigadores obtuvieron un gran agrupamiento de las concepciones al comienzo del servicio y en el primer caso mayor porcentaje de preñez en el primer mes de servicio. Las ventajas de este hecho ya fueron discutidas en el Capítulo II. Sin embargo, por costos y por disponibilidad de personal capacitado, de instalaciones apropiadas, o de insumos de la calidad indicada, se hace relativamente difícil llevar a cabo adecuadamente los destetes definitivos, tanto el precoz como -incluso en mayor medida- el hiperprecoz.

En esta línea de trabajo es que realizamos el presente Proyecto cuyos resultados se expone en el Capítulo IV, y que también abarca una categoría clave para la productividad del rodeo de cría como lo es la de las vaquillonas, usando en todos los experimentos como uno de los tratamientos, el Protocolo Convencional Reformulado.

PRESENTE Y FUTURO DE LA IATF EN URUGUAY

Un concepto que hay que dejar bien claro es que los tratamientos hormonales no son sustitutos sino complementarios de adecuados niveles nutritivo y sanitario, y de un ajustado manejo general del rodeo de cría. Los resultados obtenidos por nosotros, así como los reportados en la región, con el uso del Protocolo Convencional descrito en este trabajo no han sido muy alentadores en vacas en anestro con cría al pie, aunque sí en vacas ciclando normalmente. Sin embargo, consideramos que en hembras ciclando normalmente, al menos en algunas situaciones, sería más acertado incorporar alguno de los distintos métodos disponibles de uso de PGF₂ α (Rodríguez Blanquet, 2003), especialmente teniendo en cuenta los cambios propuestos por nosotros a los métodos clásicos publicados por diferentes autores desde hace más de 40 años.

En anestro profundo no hay que esperar resultados muy por encima del 30% de preñez al primer servicio con algunos de los tratamientos de IATF. Aún así, los resultados del presente proyecto de investigación utilizando el Proto-

colo Convencional Reformulado (ver el Capítulo IV), obtenidos tanto en vaquillonas ciclando como en vacas en anestro con cría al pie (a las que se somete a un destete temporario a corral), parecen suficientemente auspiciosos como para ser paulatinamente incorporados al manejo general del rodeo de cría.

CONCLUSIONES

Nuestra información de muchos años, obtenida de diferentes rodeos en distintas zonas del país y sobre 2 razas y sus cruza británicas, muestra que la casi totalidad (más de 99%) de las vacas con cría al pie están en anestro al comienzo del servicio. Los resultados obtenidos hasta el momento en la región -y también por nosotros hasta iniciar este estudio- en vacas en anestro de parición temprana tras la aplicación de protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo han sido bajos respecto a los obtenidos en vacas ciclando normalmente. En estas últimas, los trabajos publicados tanto internacionales como regionales han mostrado resultados de alrededor del 50% usando en la mayoría de los experimentos el Protocolo Convencional de preñez al primer servicio.

Es ya notorio que tanto el avance de la agricultura y la forestación y el menor número de ovinos, está llevando al rodeo de cría nacional a áreas reducidas y a zonas menos aptas para la reproducción. En este escenario y en base a los resultados de este proyecto (ver el Capítulo IV), inducir las ovulaciones constituiría una opción válida biológica y muy posiblemente económica, para elevar un porcentaje de preñez del rodeo para carne que a nivel nacional se encuentra deprimido y estancado desde hace decenas de años.

Todo este conocimiento, muy posiblemente, traerá un uso mayor de la inseminación artificial a tiempo fijo que el que tiene actualmente. Más aún si se considera que en forma paralela al incremento de la productividad biológica y física -por vaca y por hectárea bajo explotación- también podría incrementarse la productividad económica de cada unidad de capital aplicada.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, G.P. (1999). Comparative patterns of follicles development and selection in ruminants. *J. Reprod. Fertil.* 54: 17-32.
- ALBERIO, R.H.; J. ALLER; R. QUINTEROS; L. FERRE y L. MELUCI (1999a). Momento de aplicación y dosis de Benzoato de Estradiol al final de un tratamiento con progestágenos sobre el celo y fertilidad. *III Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina pp 182 (Resumen).
- ALBERIO, R.H.; J. ALLER; R. QUINTEROS; L. FERRE y L. MELUCI (1999b). Reutilización de dispositivos intravaginales con progesteronas (CIDR) y respuesta comparada con esponjas vaginales con progestágeno. *III Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina pp 183 (Resumen).
- AUSTIN, E.J.; M. MIHM; M.P. RYAN; D.H. WILLIAMS and J. ROCHE (1999). Effect of duration of dominance of the ovulatory follicle on onset of estrus and fertility in heifers. *J. Anim. Sci.* 77: 2219-2226
- AVILÉS, M.; L. CUTAIA; I. VIDELA DOMA; M. ABA y G.A. BO (2005). Concentraciones plasmáticas de progesterona en vacas ovariectomizadas tratadas con dispositivos intravaginales formulados con diferentes dosis de P4. *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina pp 385 (Resumen).
- BALLA, E.; P. CHESTA; D. PINCINATO; D. MARAÑA PEÑA; R. TRIBULO y G.A. BO (2005). Efecto del tratamiento con dispositivos intravaginales CIDR-B nuevos o de segundo uso en programas de IATF en vacas con cría al pie. *V Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina pp 387 (Resumen).
- BERARDINELLI, J.; P.S. JOSHI and S.A. TAUCK (2007). Conception rates to artificial insemination in primiparous, suckled cows exposed to the bioestimulatory effect of bulls before and during a gonadotropin-releasing hormone-based estrus synchronization protocol. *J. Anim. Sci.* 85: 848-852.
- BINELLI, M; G. PUGLIESI; E. de OLIVERA SANTANA BATISTA; T. MARTINS; E. LOPES; M. SPONCHIADO; A. GONELLA-DIAZA; M. OLIVEIRA; M. RODRIGUES FRANCA; B. de OLIVEIRA CARDOZO; B. PIFFERO MELLO; N. SOUZA GOMES; L. LATORRACA; F. CUELLAR CUADROS (2017). Programação da receptividade uterina e fertilidade em vacas de corte. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* Belo Horiz. 41: 121-129.
- BO, G.A.; G.P. ADAMS; R.A. PIERSON and R.J. MAPLETOFT (1995). Exogenous control of follicular wave emergente in cattle. *Theriogenology* 43: 31-40
- BO, G.A.; M. CACCIA; M. MARTINEZ and R.J. MAPLETOFT (1996). Follicular wave emergente after treatment with estradiol benzoate and CIDR-B vaginal devices in beef cattle. *Proc. 13 th Internacional Congress on Animal Reproduction*. Sydney. Australia.
- BO, G.A.; G.P. ADAMS; R.A. PIERSON and R.J. MAPLETOFT (2000). Local versus systemic effects of exogenous estradiol on ovarian follicular dynamics in heifers with progesterone ear implants. *Anim. Reprod. Sci.* 59: 141-157.
- BO, G.A.; L. CUTAIA; G.M. BROGLIATTI; M. MEDINA; R. TRIBULO y H. TRIBULO (2001). Programas de inseminación a tiempo fijo en ganado bovino utilizando progestágenos y estradiol. *IV Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. pp 117-136.
- BO, G.A.; L. CUTAIA y R. TRIBULO (2002). Inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino de carne utilizando progestágenos y estradiol: algunas experiencias realizadas en Argentina. Segunda Parte. *Taurus* 15: 17-32.
- BRIDGES, G. A.; M. I. MUSSARD; C.R. BURKE and M.L. DAY (2008). Influence of length of proestrus on fertility and endocrine function in female cows. *Anim. Rep. Sci.* 117: 208-215.
- BRIDGES, G. A.; M. I. MUSSARD; L.A. HESLER and M.L. DAY (2014). Comparison of follicular dynamics and hormone concentrations between 7-day and 5-day CO-Synch + CIDR program in primiparous beef cows. *Theriogenology* 81: 632-638.
- BROWN, J. G.; D. W. PETERSON and W. D. FOOTE (1972). Reproductive response of beef cows to exogenous progesterone, estrogen and gonadotropins at various stages postpartum. *J. Anim. Sci.* 35: 362-369.
- BURKE, C. R.; M. L. MUSSARD; D. E. GRUM and M. L. DAY (2001). Effects of maturity of the potential ovulatory follicle on induction of oestrus and ovulation in cattle with oestradiol benzoate. *Anim. Reprod. Sci.* 66: 161-174.
- BUSCH, D.C.; D. J. SCHAFER, D. J. WILSON, D. A. MALLORY, N. R. LEITMAN, J. K. HADEN M. R. ELLERSIECK, F. SMITH and D. J. PATTERSON (2008). Timing of artificial insemination in postpartum beef cows following administration of the CO-Synch + controlled internal drug-release protocol. *J. Anim. Sci.* 86: 519-525.
- CACCIA, M. and G.A. BO (1998). Follicular wave emergence following treatment of CIDR-B implanted beef cows with estradiol benzoate and progesterone. *Theriogenology* 49: 341 (Abstract).
- CALLEJAS, S; O. De DOMINICI; S. MADERO; F. CANTALLOP y J. CAVODEVILA (2005). Efecto del ciproionato de estradiol administrado al momento de retirar un dispositivo intravaginal con

- progesterona o 24 horas después sobre el porcentaje de preñez a la IATF. *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 391 (Resumen).
- CALLEJAS, S.; G. USLENGHI; G. LARGHI; J. CLEDOU y J. CABODEVILA (2011a). Uso de cipionato de estradiol para sincronizar ovulaciones en vaquillonas Holando. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 31 (Suppl. 1): 409.
- CALLEJAS, S.; O. De DOMINICIS; S. MADERO.; F. CANTALLOP.; G. USLENGHI y J. CABODEVILA (2011 b). Uso del cipionato de estradiol para implementar un programa de IATF. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 31 (Suppl. 1): 403.
- CALLEJAS, S.; G. FERNANDEZ; M. TERUEL y J. BAMBILL (2011). Estudio de algunos factores que afectan el porcentaje de preñez de hembras tratadas con dispositivos con progesterona y cipionato de estradiol e inseminadas a tiempo fijo. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 334 (Resumen).
- CARCEDO, J.; L. CUTAIA y G.A. BO (2003). Porcentaje de preñez en vacas y vaquillonas cruce cebú tratadas con dispositivos triu-b nuevos o reutilizados en inseminación a tiempo fijo. *V Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 383. (Resumen).
- CHAVES, M.A.; C.G GOÑI; G.A. ALANIS; M.I. VÁSQUZ y G.M. RIVERA (2000). Reproductive performance of post-partum beef cows: evaluation of a CIDR, estradiol 17 β , GnRH protocol. *Theriogenology* 53: 198 (Abstract).
- CHESTA, P.; D. PINCINATO; D. MARAÑA PEÑA; L.C. PERES, R. TRIBULO y G.A. BO (2005). Efecto del tratamiento con DIB de segundo o tercer uso en protocolos de resincronización de la ovulación e inseminación artificial a tiempo fijo. *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 397 (Resumen).
- CHESTA, P.; G. CURCHOD; J.L. CARDINALI; G. YODICE; J.M. RODRIGUEZ PERSICO y G.A. BO (2017). Evaluación de la tasa de preñez en vaquillonas para carne cruzas índicas sincronizadas con el protocolo J-SYNCH utilizando distintos dispositivos con progesterona. *XII Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 368. (Resumen).
- CRUPPE L.H. and M. DAY (2011). Maximización de las tasas de preñez con inseminación artificial a tiempo fijo con el programa CO-SYNCH + CIDR de 5 días. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 193-222.
- CUTAIA, L.; D. MORENO; M.L. VILLATA y G.A. BO (2001a). Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administered at device removal or 24 hours later. *Theriogenology* 55: 408 (Abstracts).
- CUTAIA, L.; R. TRÍBULO; L. ALISIO; J. TEGLI; D. MORENO y G.A. BO (2001b). Efecto de los tratamientos con dispositivos DIV-B nuevos o reutilizados en los índices de preñez en vacas y vaquillonas inseminadas a tiempo fijo (IATF). *IV Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 244 (Resumen).
- CUTAIA, L.; G. VENERANDA; R. TRÍBULO; P.S. BARUSSELLI y G. BO (2003). Programas de Inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados productivos. *V Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 119-134.
- CUTAIA, L.; L. ALISIO; F. BERTERO; M. AVILES y G.A. BO (2005). Tasa de preñez en vacas y vaquillonas sincronizadas con DIB y Benzoato de Estradiol en el momento del retiro del dispositivo o 24 h más tarde. *V Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 395 (Resumen).
- de la MATA, G.; A. MENCHACA y G. BO (2015). Tratamientos que prolongan el proestro usando estradiol y progesterona en vaquillonas para carne. *XI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 143-158.
- DÍAZ, T.; G. S.A. de la MATARALEGUI y L. CUTAIA (2011). Efecto del momento de la IATF (48 vs 54 h) en vaquillonas británicas tratadas con dispositivos con 1 g de progesterona y cipionato de estradiol sobre el porcentaje de preñez. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 353 (Resumen).
- DICK, A.; F. GUAL y V. REINALS (2010). Efecto de la implementación de la detección de celos en programas de IATF en vaquillonas lecheras. *33º Congreso Argentino de Producción Animal*. 191 (Resumen).
- DOBBINS, C.A.; D.R. EBORN; D.E. TENHOUSE; R.M. BREINER; S.K. JOHNSON; T.T. MARSTON and J.S. STEVENSON (2009). Insemination timing affects pregnancy rates in beef cows treated with CO-Synch protocol including an intravaginal progesterone insert. *Theriogenology* 72: 1009-1016.
- DORSEY B. R.; R. KASIMANICKAM; W. D. WHITTIER; R.L. NEBEL; M.L. WAHLBERG and J.B. HALL (2011). Effect of time from estrus to AI on pregnancy rates in estrous synchronized beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 127: 1– 6.
- ERBITI F; C. LISSARRAGUE; J. CABODEVILA y S. CALLEJAS (2017). Efecto de los tratamientos cortos con progesterona, del estado reproductivo y de la eCG sobre la preñez de las vaquillonas

- IATF. *XII Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 374. (Resumen).
- FERNANDEZ-FRANCIA, G.; S. LARES; N. FORMIA; R. GIOVANINNI; I. VIDELA DORNA y R.L. de la SOTA (2005). Eficacia de la utilización de benzoato de estradiol aplicado a las 0 o 24 horas del retiro de un dispositivo intravaginal con progesterona sobre la tasa de preñez en vaquillonas de leche. *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 401 (Resumen).
- FIKE, K.; M. DAY; E. INSKEEP; J. KINDER; P. LEWIS; R. SHORT and H. HAFS (1997). Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.* 75: 2009-2015.
- GEARY, T.W.; R.R. SALVERSON and J.C. WITTIER (2001A). Synchronization of ovulation using GnRH or hCG with the CO-synch protocol in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 79: 2536-2541.
- GEARY, T.W.; J.C. WITTIER; D.M. HALLFORD and M.D. MACNEIL (2001b). Calf removal improves conception rates to the ovsynch and CO-synch protocols. *J. Anim. Sci.* 79: 1-4.
- GUERRA, F; A. IRAZABAL y J.B. RODRÍGUEZ BLANQUET (2011). Evaluación comparada de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (Pro-Ciclar) y una esponja vaginal artesanal con progestágeno (MAP). *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 329 (Resumen).
- HANSEN, P. and E.R. HAUSER (1984). Photoperiodic alteration of postpartum reproductive function in suckled cows. *Theriogenology* 22: 1-7.
- HESS, B.W.; S.L. LAKE; E.J. SCHOLLJEGERDES; T.R. WESTON; V. NAYIGHUGU; J.D.C. MOLLE and G.E. MOSS (2005). Nutritional controls of beef cow reproduction. *J. Anim. Sci.* 83: 90-106.
- JINKS, E.M.; M.F. SMITH; J.A. ATKINS; K.G. POHLER; G.A. PERRY M.D.; M.D. MACNEIL, A.J. ROBERTS, R.C. WATERMAN, L.J. ALEXANDER and T.W. GEARY (2013). Preovulatory estradiol and the establishment and maintenance of pregnancy in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 91: 1176-1185.
- KASIMANICKAM, R.; M.L. DAY; J.S. RUDOLPH; J.B. HALL and W.D. WHITTIER (2009). Two doses of prostaglandin improve pregnancy rates to timed-AI in a 5-day progesterone-based synchronization protocol in beef cows. *Theriogenology* 71: 762-767.
- KASIMANICKAM, R.; M. ASAY; P. FIRTH; W.D. WHITTIER and J.B. HALL (2012). Artificial insemination at 56 h after intravaginal progesterone device removal improved AI pregnancy rate in beef heifers synchronized with five-day CO-Synch controlled internal drug release (CIDR) protocol. *Theriogenology* 77: 1624-1631.
- LAMB, G.; J. STEVENSON; D.J. KESLER; H.A. GARVERICK; D.R. BROWN and B. SALFEN (2001). Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F2 α for ovulation control in postpartum suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 79: 2253-2259.
- LUCY, M.C.; H.J. BILLINGS; W.R. BUTLER; L.R. EHNIS; M.J. FIELDS; D.J. KESLER; J.E. KINDER; R.C. MATTOS; R.E. SHORT; W.W. THATCHER; R.P. WETTEMANN; J.V. YELICH and H.D. HAFS (2001). Efficacy of an intravaginal progesterone insert and an injection of PGF2 α for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers, and dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 79: 982-995.
- MACMILLAN, K.L. and A.J. PETERSON. (1993). A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrous synchronization, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anoestrus. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 1-25.
- MADSEN, C.A.; G.A. PERRY; C.L. MOGCK; R.F. DALY; M.D. MACNEIL and T.W. GEARY (2015). Effects of preovulatory estradiol on embryo survival and pregnancy establishment in beef cows. *Anim. Rep. Sci.* 158: 96-103
- MANN, G.E. and G.E. LAMMING (1999). The influence of progesterone during early pregnancy in cattle. *Reprod. Domest. Anim.* 34: 269-274.
- MARQUEZINI G.H.L.; V.R.G. MERCADANTE; K.C. OLSON; J.R. JEAGER; G.A. PERRY; J.S. STEVENSON and G.C. LAMB (2013) Effects of equine chorionic gonadotropin on follicle development and pregnancy rates in suckled beef cows with or without calf removal. *J. Anim. Sci.* 91: 1216-1224
- MARTINEZ, M.F.; G.P. ADAM; J.P. KASTELIC; D.R. BERGFELT and R.J. MAPLETOFT (2000). Induction of follicular wave emergence for estrus synchronization and artificial insemination in heifers. *Theriogenology* 54: 757-769.
- MARTINEZ, M.F.; J.P. KASTELIC; G.P. ADAMS and R.J. MAPLETOFT (2002). The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 80: 1746-1751.
- MARTINEZ M.F.; J.P. KASTELIC; M.G. COLAZO and R.J. MAPLETOFT (2007). Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. *Dom. Anim. Endocrinol.* 33: 77-90.
- MENCHACA, A.; T. de CASTRO; N. CHIFLET y M. ALVAREZ (2005). Uso de IATF y destete precoz al

- inicio del servicio en rodeos de cría. *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 410 (Resumen).
- MENCHACA, A. y N. CHIFLET (2005). Actividad ovárica al inicio del servicio en vacas de cría bajo condiciones pastoriles del Uruguay. *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 452(Resumen).
- MENCHACA, A.; R. NUÑEZ-OLIVERA; C. GARCIA PINTOS; F. FABINI; J. de la MATA; E. HUGUENINE y G. BO. (2017). ¿Es posible mejorar la fertilidad con protocolos de proestro prolongado? Bases fisiológicas, resultados y nuevas perspectivas. *XIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 143-160
- MENEGHETTI, M.; O.G. Sá FILHO; R.F.G. OERES; G.C. LAMB and J.L.M. VASCONCELOS (2009). Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: basis for development of protocols. *Theriogenology* 72: 179-189.
- MIHM, M.; A. BAGUISI; M.P. BOLAND and J.F. ROCHE. (1994). Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *J. Reprod. Fertil.* 102: 123-130.
- MURDOCH, W and E.A. VAN KIRK (1998). Luteal Dysfunction in Ewes Induced to Ovulate Early in the Follicular Phase. *Endocrinology* 139: 3480-348.
- MUSSARD, M.L.; C. R. BURKE; E.J. BEHLKE; C.L. GASSER and; M.L. DAY (2007). Influence of premature induction of a luteinizing hormone surge with gonadotropin-releasing hormone on ovulation, luteal function, and fertility in cattle. *J. Anim. Sci.* 85: 937-943.
- NISWENDER G.D.; R.H. SCHWALL; T.A. FITZ; C. FARIN and H.R. SAWYER (1985) Regulation of luteal function in domestic ruminants: new concepts. *Recent Prog. Horm. Res.* 4: 101-142.
- NUÑEZ-OLIVERA R.; T. de CASTRO; C. GARCIA PINTOS; G.A. BO; J. PIAGGIO and A. MENCHACA (2014). Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol-based treatment in postpartum anestrous beef cattle. *Anim. Reprod. Sci.* (146): 111-116
- PERRY, G.A.; F.N. KOJIMA; B.E. SALFEN; J.F. BADER; D.J. PATTERSON and M.F. SMITH (2002). Effect of an orally active progestin on follicular dynamics in cycling and anestrous postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 80: 1932-1938.
- PERRY, G.A.; M.F. SMITH and T.W. GEARY (2004). Ability of intravaginal progesterone inserts and melengestrol acetate to induce estrous cycles in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 82: 695-704.
- PERRY G.A.; M. SMITH; M. LUCY; J. GREEN; T. PARKS; M.D. MACNEIL; A.J. ROBERTS and T. GEARY (2005). Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102: 5268-5273.
- PERRY G.A. (2017). Efecto de la madurez folicular sobre el establecimiento de la preñez en vacas. *XII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 171-190.
- PETERSON, C; A. ALKAR; S. SMITH; S. KERR; J.B. HALL; D. MOORE and R. KASIMANICKAM (2011). Effects of one versus two doses of prostaglandin F₂alpha on AI pregnancy rates in a 5-day, progesterone-based, CO-Synch protocol in crossbred beef heifers. *Theriogenology* 75: 1536-1542.
- PFEIFER, L.E.M.; C.E.P. LEONARDI; N.A. CASTRO; J.H.M. VIANA; L.G.B. SIQUERA; E.M. CASTILHO; J. SINGH; R.H. KRUSSER and M.I.B. RUBIN (2014) The use of PGF₂α as ovulatory stimulus for timed artificial insemination in cattle. *Theriogenology* 81: 689-695.
- PELASSAA; P.M. CHESTA; E. BOCCO y G.A. BO (2017). Evaluación de las tasas de preñez utilizando el protocolo J-SYNCH en vacas con cría para carne crúza (*Bos indicus* x *Bos taurus*) tratadas con distintos dispositivos de progesterona. *XII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 385. (Resumen).
- PINHEIRO V.G.; A.F. SOUZA; M.F. PEGORER; R.A. SATRAPA; R.L. ERENO; L.A. TRINCA and C.M. BARROS (2009). Effects of temporary calf removal and eCG on pregnancy rates to timed-insemination in progesterone-treated postpartum Nelore cows. *Theriogenology* 71: 519-524
- PITAF; R. MATUTE y G. BO (2011). Efecto del momento de la IATF sobre la tasa de preñez en vacas Nelore lactantes sincronizadas con implantes de Norgestomet y esteres de estradiol. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 349 (Resumen).
- PURSLEY, R.; R. SILCOX and M. WILTBANK (1998). Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss and gender ratio alter synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81: 2139-2144
- QUINTANS, G.; D. NEGRÍN y C. JIMÉNEZ DE ARÉCHAGA (2005). Control del amamantamiento: destete a corral durante 14 días. *Producción Animal. Serie de Actividades de Difusión* 429, Capítulo 2, pp. 15-21.
- QUINTEROS, R.; S. CALLEJAS; J. ALLER; G. KAISER y R.H. ALBERIO (2000). Exogen control of follicular wave and ovulation through medroxyprogesterone acetate and estradiol benzoate in cattle. *14^o International Congress on Animal Reproduction.*

- Uppsala*. Suecia. pp 235 (Resumen).
- RAMOS, M.; W. RAMOS de la CRUZ; L. CUTAIA y G. BO (2011). Momento de la ovulación en vacas cruza con cría al pie tratadas con dispositivos con distintas concentraciones de P4 y combinados con ECP. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 343 (Resumen).
- REVAH, I. and W.R. BUTTLER (1996). Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocytes. *J. Reprod. Fert.* 106: 39-47.
- RENTERÍA I; G.A. BO y D. MARAÑA (2017). Comparación de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas multíparas sin cría (2017). *XII Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 388. (Resumen).
- RHODES, F.M.; C.R. BURKE; B.A. CLARK; M.L. DAY and K.L. MACMILLAN (2002). Effect of treatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrous cows and cows which have resumed oestrous cycles. *Anim. Reprod. Sci.* 69: 139-150.
- RIVERA, G.M.; C.G. GOÑI; S.B. CHAGAS; S.B. FERRERO and G.A. BO (1998). Ovarian follicular wave synchronization and induction of ovulation in postpartum beef cows. *Theriogenology* 49: 1365-1375.
- ROCHA, D.C.; A. BESKOW; D.M. AZEREDO; D.M. PONSATI; F.N. KUHL; R.C. MATTOS y R.M. GREGORY (2005). Efecto del uso de distintos esteres de estradiol como inductor de la ovulación sobre la tasa de preñez en programas de inseminación a tiempo fijo. *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 419 (Resumen).
- ROCHE, J.F.; M.A. CROWE and M.P. BOLAND (1992). Postpartum anestrus in dairy and beef cows. *Anim. Rep. Sci.* 28: 371-378.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. (2002). Bioestimulación: Una alternativa para incrementar la productividad del rodeo nacional. *Serie de actividades de Difusión 288*. INIA. pp 81-97.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. (2003). Métodos de uso de prostaglandina F2a para sincronizar celos y ovulaciones en bovinos de carne: una Discusión Crítica. *Agrociencias VII* (1): 92-104.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.; M.H. GUERRA; N. VILLEGAS; O. BENTANCUR (2005). Función luteal y actividad estral de vacas amamantando en anestro tratadas con un progestágeno (esponja artesanal) Benzoato de Estradiol y/o destete temporario. *XIX Congreso Latinoamericano de Producción Animal*. (CD).
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. (2008a). Tratamientos hormonales en vacas para carne (*Bos taurus*) en anestro con cría al pie para mejorar su comportamiento productivo y reproductivo. *Seminario de Actualización técnica: Cría vacuna. Serie Técnica 174*. INIA Treinta y Tres. pp 189-199
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. (2008b). Asociación del destete precoz-progestágeno y su efecto sobre la fertilidad de vacas primíparas inseminadas a tiempo fijo (Análisis preliminar). *31º Congreso Argentino de Producción Animal*. pp 132 (Resumen).
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.; N. VILLEGAS; E. VAN LIER; A. MINUTTI y O. BENTANCUR (2009). Evaluación biológica de la inseminación a tiempo fijo. *XXI Congreso Latinoamericano de Producción Animal*. Puerto Rico. (CD).
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.; E. VAN LIER; N. VILLEGAS; A. MINUTTI y O. BENTANCUR (2010). Evaluación biológica comparativa entre inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) vs servicio natural (SN) en vaquillonas Hereford. *III Congreso Uruguayo de Producción Animal*. Mdeo. Uruguay. pp 159 (Resumen).
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.; T. D'AMADO; N. ERRANDONEA; C. BATISTA; E. VAN LIER; A. GÓMEZ y O. BENTANCUR (2013). Evaluación comparativa de dos protocolos de IATF. *X Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 325 (Resumen).
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.; T. D'AMADO; C. BATISTA; S. MENDEZ; E. VAN LIER; A. GOMEZ y O. BENTANCUR (2015). Evaluación del grado de despintado en la base de la cola sobre el porcentaje de preñez usando protocolos de IATF en vacas Aberdeen Angus y Hereford (Análisis Preliminar). *Congreso Latinoamericano de Producción Animal* (CD).
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.; T. D'AMADO; E. VAN LIER; O. BENTANCUR; E. CUEVAS; T. ETCHECHURY; R. FIANZA; S. GUTIERREZ; R. LANDA y S. PEREIRA (2017). Evaluación de 4 tratamientos de IATF en vacas multíparas de parición temprana (análisis preliminar). *XII Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 491 (Resumen).
- ROSS, P.J.; J.F. ALLER; S. CALLEJAS; H. BUTTLER and R. ALBERIO (2004). Estradiol benzoate given 0 or 24 h after the end of a progestegen treatment in postpartum suckled beef cows. *Theriogenology* 62: 265-273.
- SAIDUDDIN, S; M.M. QUEVEDO and W.D. FOOTE (1968). Response of beef cows to exogenous progesterona hormona and estradiol at various stages postpartum. *J. Anim. Sci.* 27: 1015-1020.
- SALES J.N.S.; J.B.P. CARVALHO; G.A. CREPALDI; R.S. CIPRIANO; J.O. JACOMINI; J.R.G. MAIO; J.C. SOUZA; G.P. NOGUEIRA and P.S. BARUSELLI

- (2012). Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in *Bos indicus* cow submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology* 78: 510-516.
- SANCHEZ, T.; M. WEHRMAN; N. KOJIMA; A. CUPP; E. BERGFELD; K.E. PETERS; V. MARISCAL; R. KITOK and J. KINDER (1995). Dosage of the synthetic progestin, norgestomet, influences luteinizing hormone pulse frequency and endogenous secretion of 17 β - estradiol in heifers. *Biol. Reprod.* 52: 464-469.
- SAUTON, M.; S. MARCOVECCIO; T. DÍAZ y L. CUTAIA (2011a). Efecto del uso de benzoato de estradiol o GnRH como inductor de ovulación en vaquillonas Holstein tratadas con dispositivos intravaginales con P4 e inseminadas a tiempo fijo. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 347 (Resumen).
- SAUTON, M.; S. MARCOVECCIO; T. DÍAZ y L. CUTAIA (2011b). Efecto del momento de la IATF (48 vs 72 h) en vaquillonas Holstein tratadas con dispositivos con 1 g de progesterona de segundo uso combinado con GnRH sobre el porcentaje de preñez. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 342 (Resumen).
- SCENA, C.G.; R.U. PERALTA; H. OBREGÓN y S.S. CALLEJAS (2005). Efecto del tratamiento por 8 o 9 días con CRESTAR® nuevo y usado sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vaquillonas Brangus. *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba.* pp 423 (Resumen).
- SCENA, C.G.; R.L. PICCINALI; G.A. DOMINGUEZ; S.S. CALLEJAS y R.L. DE LA SOTA (2001). Eficacia de la resincronización de celos luego de la inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Hereford con destete precoz. *IV Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 252 (Resumen).
- SHIVELY, T.E. and G.L. WILLIAMS (1989). Pattern of tonic luteinizing hormone release and ovulation in suckled anestrous cows following varying interval of temporary weaning. *Domest. Anim. Endocrinol.* 6: 379-387.
- SHORT, R.E.; E.M. CONVEY; R.B. STAIGMILLER and R.A. BELLOWS (1981). Effects of intermittent small-dose injections of GnRH in anestrous postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 53 (Suppl): 366 (Abstr).
- SMITH, M.W. and J.S. STEVENSON (1995). Fate of the dominant follicle, embryonal survival, and pregnancy rates in dairy cattle treated with prostaglandin F $_{2\alpha}$ and progestins in the absence or presence of a functional corpus luteum. *J. Anim. Sci.* 73: 3743-3751.
- SMITH, V.G.; J.R. CHENAULT; J.F. McALLISTER and J.W. LAUDERDALE (1987). Response of postpartum beef cows to exogenous progestogens and gonadotropin releasing hormone. *J. Anim. Sci.* 64: 540-551.
- SORARRAIN, N.; R.J.A. VACA; M.G. FERNANDEZ-FRANCIA; S.F. LARES; R.L. de la SOTA y A. BALDO (2005). Eficiencia de la utilización de benzoato de estradiol a las 0 o 24 horas del retirado el dispositivo intravaginal con progesterona para inducir la ovulación en vacasa multiparas para carne. *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 425 (Resumen).
- STAHRRINGER, R. y P. VISCO (2005). Efecto de dos sales de estrógeno y del momento de su aplicación en la inseminación sistemática de vacas secas y vaquillonas cruza cebú. *V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 426 (Resumen).
- STAHRRINGER, R.; G. MAIDANA; L. SUAREZ y P. MALDONADA VARGAS (2001). Sincronización de vacas de Segundo servicio sometidas a destete precoz e inseminación sistemática. *IV Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba. Argentina.* pp 252 (Resumen)
- STEVENSON, J.; G.C. LAMB; S.K. JOHNSON; M.A. MEDINA-BRITOS; D.M. GRIEGER; K.R. HARMONEY; J.A. CARMIL; S.Z. EL-ZARKOUNY; C.R. DAHLEN; T.J. STUMPF, T.T.; M.L. DAY; M.W. WOLFE; A.C. CLUTTER; J.A. STOTTS; P.L. WOLFE; R.J. KITOK and J.E. KINDER (1989). Effect of estradiol on secretion of luteinizing hormone during the follicular phase on the bovine estrous cycle. *Biol. Reprod.* 41: 91-97.
- STEVENSON, J.; D.P. HOFFMAN, D.A. NICHOLS, R.M. McKEE and C.L. KREHBIEL (1997) Fertility in estrus-cycling and noncycling virgin heifers and suckled beef cows after induced ovulation. *J. Anim. Sci.* 75: 1343-1350.
- STEVENSON, J.; G.C. LAMB; M.A. MEDINA-BRITOS; D.M. GRIEGER; K.R. HARMONEY; J.A. CARMIL S.Z. EL-ZARKOUNY; C.R. DAHLEN and T.J. MARPLE (2003a). Supplemental norgestomet, progesterona or melengestrol acetate increases pregnancy rates in suckled beef cows alter timed inseminations. *J. Anim. Sci.* 81: 571-586.
- STEVENSON, J.; S.K. JOHNSON; and G.A. MILLIKEN (2003 b). Incidence of postpartum anestrus in suckled beef cattle: Treatments to induce estrus, ovulation and conception. *Prof. Animal. Sci.* 19: 124-134
- STEVENSON S.; L. HILL; G.A. BRIDGES, J.E. LARSON and G.C. LAMB (2015) Progesterone status, parity, body condition, and days postpartum before estrus or ovulation synchronization in suckled beef cattle influence artificial insemination

- pregnancy outcomes. *J. Anim. Sci.* 93: 2111-2123.
- TAUCK, S.A. and J. BERARDINELLI (2007). Putative urinary pheromone of bulls involved with breeding performance of primiparous beef cows in a progestin-based estrous synchronization protocol. *J. Anim. Sci.* 85: 1669-1674.
- TAUFA, V.K.; K.L. MACMILLAN; D.P. NATION; A.M. DAY and M.J. ASHCROFT (1997). The responses of lactating dairy cows treated for anoestrus to an oestradiol capsule and an oestradiol injection. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 57:241.
- USLENGHI, G.; S. GONZALEZ CHAVES; J. CABODEVILA and CALLEJAS, S. (2014). Effect of estradiol cypionate and amount of progesterone in the intravaginal device on synchronization of estrus, ovulation and on pregnancy rate in beef cows treated with FTAI based protocols. *Anim. Rep. Sci.* 145: 1-7
- VALDEZ, K.E.; S.P. CUNEO; P.J. GORDEN and A.M. TURZILLO (2005). The role of thecal androgen production in the regulation of estradiol biosynthesis by dominant bovine follicles during the first follicular wave. *J. Anim. Sci.* 83: 597-603
- VASCONCELOS, J.L.M.; R. SARTORI; H.N. OLIVEIRA; J.N. GUENTHER and M.C. WILTBANK (2001). Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rates. *Theriogenology* 56: 307-314.
- VEIGA, P.; R. CHAYER; G. USLENGHI; J. MONTIEL y S. CALLEJAS (2011 a). Efecto de utilizar dispositivos intravaginales con progesterona combinados con cipionato o benzoato de estradiol para sincronizar la ovulación sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vacas Angus puro controladas. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 331 (Resumen).
- VEIGA, P.; R. CHAYER; G. USLENGHI; J. MONTIEL y S. CALLEJAS (2011 b). Efecto de utilizar dispositivos intravaginales con progesterona combinados con cipionato o benzoato de estradiol para sincronizar la ovulación sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vaquillonas angus. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 333 (Resumen).
- VERKERK, G.A.; V.K. TAUFA; S.R. MORGAN; B.A. CLARK and K.L. MACMILLAN (1998). Effects of oestradiol benzoate by injection at CIDR insertion for the treatment of postpartum anovulatory anoestrus in dairy cows. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 58:82-84.
- VIÑOLES, C.; G. QUINTANS; N. PAIVA y D. CAVESTANY (2000). Tratamiento del anestro posparto en vacas de carne con acetato de medroxi-progesterona (MAP) asociado a Benzoato de Estradiol o eCG. *XXI Congreso Mundial de Buiatría. Punta del Este*. Uruguay. (Resumen) N° 047.
- WEEMS, C.W.; Y.S. WEEMS and R.D. RANDEL (2006). Prostaglandins and reproduction in female farm animal. *Vet. J.* 171: 206-228.
- WEHRMAN, M.; M.S. ROBERSON; A.S. CUPP; N. KOJIMA; T. STUMPF; L.A. WERTH; M.W. WOLFE; R. KITTOK and J. KINDER (1993). Increasing exogenous progesterone during synchronization of estrus decreases endogenous 17 β -estradiol and increases conception in cows. *Biol. Reprod.* 49: 214-220.
- WELSH, T.H. Jr.; L.Z. ZHUANG and A.J. HSUEH (1983). Estrogen Augmentation of Gonadotropin-Stimulated Progesterin Biosynthesis in Cultured Rat Granulosa Cells. *Endocrinology* 112: 1916-1924.
- WHITTAKER, P.R.; M.G. COLAZO; M.F. MARTINEZ; J.P. KASTELIC and R.J. MPLETOFT (2002). New and used CIDR-B devices and estradiol benzoate, with or without progesterone, for fixed-time AI in beef heifers. *Theriogenology* 57: 391 (Abstract).
- WHITTIER, W.D.; R.K. KASIMANICKAM; J.F. CURRIN; H.H. SCHRAMM and M. VLCEK (2010). Effect of timing of second prostaglandin F 2α administration in a 5-day, progesterone-based CO-Synch protocol on AI pregnancy rates in beef cows. *Theriogenology* 74: 1002-1009.
- ZABALA, N.; G. REPISO; A. LOPEZ y L. CUTAIA (2011). Efecto del momento de la IATF (48 vs 54 h) en vacas cruzadas cebú con cría al pie tratadas con dispositivos con 0.5 g de progesterona y cipionato de estradiol sobre el porcentaje de preñez. *IX Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 338 (Resumen).
- ZAPIOLA, A.; S. ECHEVERRÍA y S. CALLEJAS (2005). Sincronización de celos en vaquillonas angus utilizando benzoato de estradiol al momento o 24 horas después del retiro de un dispositivo intravaginal con progesterona (nuevo o usado). *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 425 (Resumen).

CAPÍTULO IV

PROYECTO FPTA 302

Efecto de dos tipos de destete temporario previo a dos protocolos de IATF sobre variables productivas y reproductivas en diferentes categorías de un rodeo de cría

INTRODUCCIÓN

Este Proyecto trató no solo de solucionar una problemática crucial de nuestro rodeo nacional como es el bajo porcentaje de preñez, sino también la necesidad de rapidez de la concepción de las vacas en el período de servicio. En otras palabras, preñar una mayor cantidad de las hembras que se presentan al servicio, así como conseguir que esa mayor preñez sea de concepciones en los primeros 25 días del mismo. Se realizaron 4 experimentos que se corresponden con las 4 categorías que componen un rodeo de cría productor de carne bovina. Estas fueron vaquillonas (Experimento I), vacas de 1ª cría (primíparas) (Experimento II), vacas multíparas de parición temprana (Experimento III) y vacas multíparas de parición tardía (Experimento IV). No se tomó en cuenta la categoría vacas falladas ya que se considera que esta categoría, en un rodeo eficiente desde el punto de vista biológico, no tendría que existir.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Se tuvieron disponibles un total de 276 vaquillonas de 2 años de edad, de las cuales 228 estaban ciclando normalmente y un total de 444 vacas, de las cuales 421 estaban en anestro,

paridas de parto normal, en primavera (desde principios de setiembre a fines de noviembre), durante 3 años consecutivos (salvo el Experimento IV que se realizó solo durante 2 años). Las hembras eran de las razas Hereford y Aberdeen Angus y pertenecían a la Escuela Agraria Superior «La Carolina» (CETP, UTU, ANEP) (Flores, Uruguay). En las vaquillonas de 2 años (Experimento I), en uno de los 3 años se desarrolló en un establecimiento cooperador también en el Departamento de Flores, Uruguay. Se realizó control de parto diariamente, en el cual se registraba fecha de parto, tipo de parto, raza de madre y ternero, edad de la madre (por número de caravana y registro de nacimiento), sexo del ternero, y se caravaneó y tatuó a los mismos. Las hembras siempre se manejaron en campo natural sin ningún tipo de suplemento salvo las vaquillonas en el establecimiento cooperador en donde un mes antes de comenzar los tratamientos se mantuvieron en pradera convencional de alta disponibilidad de materia seca. En el Experimento I (vaquillonas), en la asignación de animales a los tratamientos, se tuvo en cuenta la raza y que estuvieran ciclando normalmente (Progesterona en sangre ≥ 1 ng/ml por lo menos en una de las dos evaluaciones separadas por un lapso de 10 a 12 días), sin considerar la edad (meses) de las mismas. En las vacas paridas (Experimentos II, III y IV) solo se usaron vacas con parto normal, en anestro (progesterona en sangre < 1 ng/ml en las

dos evaluaciones separadas por 10-12 días), con ternero al pie, entre 3 a 9 años de edad (según experimento) y con un intervalo del parto a la realización del destete temporario entre 36 a 113 días (según experimento). En los Experimentos II, III y IV se eliminaban del análisis estadístico las hembras que estuvieran ciclando normalmente.

Sincronización/inducción e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)

El método de sincronización/inducción de las ovulaciones se basó en el uso de un dispositivo intravaginal de liberación de un progestágeno (DILP) por un período determinado, asociado a inyecciones de benzoato de estradiol (BE) y prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}). Este DILP consiste en una esponja de poliuretano artesanal cilíndrica de 12 cm de largo y de 3 o 5 cm de diámetro, según sea para vaquillonas o vacas, impregnada con 250 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP) colocado en la vagina de las hembras por un lapso de 5 o 7 días según tratamiento. Al momento de su colocación se inyectaba al DILP una dosis de 0,16 g de oxitetraciclina de larga acción (FATRO, Montevideo, Uruguay) para evitar infecciones locales. En vaquillonas (Experimento I), el DILP se aplicaba al momento de la 2ª extracción de sangre (día 0) y en los Experimentos II, III y IV al 5º día de comenzar los destetes temporarios. En los 4 experimentos se eliminaban del análisis las hembras que hubiesen perdi-

do el DILP. La PGF_{2α} usada durante los 3 años eran de diferentes marcas comerciales pero todas tenían el mismo principio activo (D-Cloprostenol) inyectada a la dosis comercial recomendada (0,150 mg). El BE era estradiol inyectable (DISPERT, Montevideo, Uruguay) que se diluía con aceite de girasol para obtener la concentración que se usaba en cada uno de los dos momentos. Las hormonas utilizadas fueron aplicadas en forma intramuscular en el anca. En uno de los 3 años del Proyecto se inyectó una dosis (400 UI) de eCG (Novormon® 5000, Syntex, Montevideo, Uruguay) al momento de la extracción del DILP a todas las vacas de los Experimentos II, III y IV. Las IATF se realizaron entre el 5/12 y el 30/12 durante los 3 años. Cada año y dentro de cada raza se usó semen de un solo toro de probada fertilidad, preparando el semen e inseminando los mismos técnicos en cada ocasión y en cada experimento durante el desarrollo del Proyecto. Los toros se pusieron en el rodeo luego de 10 días de terminada la IATF en cada experimento, separados en dos grupos según raza. El repaso de los toros se realizó por solo una oportunidad más de preñez (30 días) luego de la IATF.

Destetes temporarios y manejo de los terneros

Los destetes temporarios (DT) fueron realizados con tablilla nasal (DTTN) (Fig. 1) o a corral (DTC) (Fig. 2) por 13 o 15 días según tratamiento. Se controló la pérdida de tablillas nasales en los



Figura 1. Ternero con tablilla nasal junto a su madre.



Figura 2. Terneros a corral.

terneros durante 2 momentos (al colocar el DILP y el día de la IATF en que volvían a juntarse con su madre). Esta tablilla era de chapa galvanizada y en su colocación se perforaba con un alambre el cartílago del tabique nasal del ternero. El ternero que hubiese perdido la tablilla en alguno de esos 2 momentos era eliminado del análisis junto a su madre.

Para los DTC se colocó en el alambrado que separaba las vacas de sus terneros una malla de plástico, a la altura de la ubre de la vaca, de 50 cm de ancho (Fig. 3). De esa forma el ternero mantenía contacto visual y olfativo con la madre en todo el período de separación, pero no podía tomar la

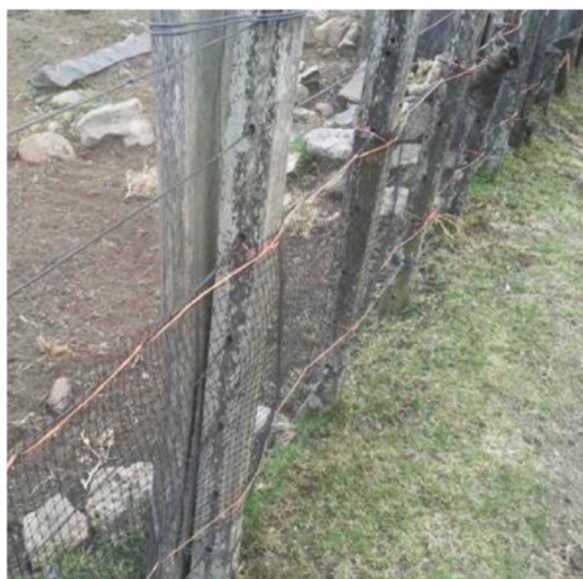


Figura 3. Malla de plástico colocada en el alambrado.

posición de amamantamiento. Los terneros que correspondían a los tratamientos a corral se juntaban con sus madres el día de colocación del DILP (a los 5 días de haber comenzado el DT) por espacio de algunas horas (Fig. 4). Luego volvían a separarse. Después de la IATF se dejaba en un corral pequeño a las madres y los terneros hasta la mañana siguiente momento que se soltaban juntos, según raza, al potrero correspondiente. Los terneros de los Experimentos II, III y IV se pesaron (kg) en la mañana, sin ayuno previo, en los días 0 (aplicación de los destetes temporarios), 13 o 15 (día de la IATF) y al destete definitivo (entre 5 a 7 meses de edad de los terneros). Los terneros se manejaron de acuerdo a un protocolo clásico para destete precoz (Quintans, sin año) e hiperprecoz (Bavera, 2008).



Figura 4. Momento de juntar los terneros con sus madres.

Condición corporal, extracción de sangre y determinación de celo y preñez

Se determinó condición corporal (CC) a mitad del invierno, al parto, al colocar el DILP, al fin del servicio y al momento del destete definitivo, en cada experimento. La determinación de CC al parto se realizaba una vez a la semana de todo lo parido en la semana previa. La CC se asignó con una escala de 1 a 8 (1=muy flaca; 8=muy gorda, Vizcarra y col., 1986), marcando diferencias de media unidad. Esta medida la realizó una sola persona durante los 3 años y otro técnico en el período de la parición. Este último tenía amplia experiencia en la determinación de CC que se corroboraba sistemáticamente con quien lo realizaba en los otros períodos. Esto nos aseguraba que no había diferencias entre evaluadores como ya fue publicado por Vizcarra y Wettemann (1996).

Se extrajo sangre por punción de la vena yugular para determinar progesterona en sangre, para evaluar la presencia de un cuerpo lúteo funcional. Las dos primeras extracciones permitían discriminar cuáles vacas estaban en anestro o ciclando normalmente mientras que la tercera para ver si ovularon como consecuencia de la restricción de amamantamiento. Las dos primeras extracciones fueron hechas entre los días -12 a -10 y en el día 0 (colocación de los DILP en vaquillonas y al comienzo del DT en los Experimentos II, III y IV) y la tercera al momento de la extracción del DILP. El suero, producto del centrifugado de la sangre, en los experimentos II, III y IV (3000 rpm por 15 minutos), se obtenía luego de 2 horas de la colección de la sangre. Este fue guardado a -20°C hasta la determinación de progesterona por RIA.

La determinación de celo, cuando correspondía, se comenzaba en la tarde del día de la extracción del DILP continuando en los siguientes días a primera hora de la mañana y a última de la tarde, por conducta homosexual y se inseminaba entre las 8 y 12 horas luego de haber observado la vaca en celo. No se determinaba celo en la tarde anterior a la IATF.

Como ayuda para la determinación de celo se pintó la base de la cola de las hembras. Además se leyó el grado de borrado ($>50\%$; $30-50\%$; $<30\%$) y no borrado (0%) en el momento de la IATF como fue realizado por Rodríguez Blanquet y col. (2015).

A todas las vacas de los tratamientos de los 4 experimentos se les determinó preñez por ecografía entre los 32-34 días (Preñez a los 30 días) y 61-64 días (Preñez a los 60 días) de la IATF, y se calculó el intervalo en días desde una fecha fija (1ro de julio) del año siguiente de la IATF al día del parto en ese año. Con esta variable se pretendió estimar la concentración de partos en cada tratamiento durante el período de parición. Esta última variable reproductiva no se pudo determinar en el Año II del Experimento I porque ese año el experimento se realizó, como ya fue dicho, en un establecimiento cooperador. Las variables de porcentaje de preñez a los 30 y 60 días fueron definidas como el cociente de vacas preñadas sobre el total de vacas inseminadas.

Análisis de laboratorio

Las muestras de suero se analizaron en el Laboratorio de Endocrinología y Metabolismo Animal, Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo, Uruguay. Las concentraciones de progesterona fueron determinadas por radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida utilizando kits de MP (MP BIOMEDICALS, INC., Solon, OH 44139 USA). La concentración mínima detectable fue de 0,057 ng/ml. Los coeficientes de variación intra-ensayo para el control 1 (1,02 ng/ml) y el control 2 (4,88 ng/ml) fueron 13,8% y 8,1%, respectivamente. El coeficiente de variación inter-ensayo para los mismos controles fueron 17,1% y 11,2%, respectivamente. La determinación de progesterona se realizó en dos corridas en años diferentes.

Experimentos

Experimento I

El Experimento I fue realizado con 276 vaquillonas de dos razas (Hereford y Aberdeen Angus), con 2 años de edad, durante 3 años consecutivos. Para realizar los tratamientos se tuvo en cuenta, dentro de cada año, la raza y que estuviesen ciclando normalmente. Se realizaron cuatro grupos de acuerdo a los siguientes tratamientos:

- **MAP7:** colocación del DILP y BE (2 mg) (día 0), extracción del DILP y $\text{PGF}2\alpha$ (día +7), inyección de BE (0,5 mg) (día +8) e IATF a las 52-56 horas de la extracción del DILP (día +9).

- **MAP7-DC:** colocación del DILP y BE (2 mg) (día 0), extracción del DILP y PGF2 α (día +7), determinación de celo e inseminación artificial (IA) por la regla AM/PM en el día 7 a la tarde, día 8 mañana y tarde, y mañana del día 9, inyección de BE (0,5 mg) en la misma mañana (día +9) a las que no mostraron celo e IATF a las 72 horas de la extracción del DILP (día +10).
- **MAP5:** colocación del DILP y BE (2 mg) (día +2), extracción del DILP y PGF2 α (día +7), inyección de BE (0,5 mg) (día +8) e IATF a las 52-56 horas de la extracción del DILP (día +9).
- **MAP5-DC:** colocación del DILP y BE (2 mg) (día +2), extracción del DILP y PGF2 α (día +7), determinación de celo e IA por la regla AM/PM en el día 7 a la tarde, día 8 mañana y tarde y mañana del día 9, inyección de BE (0,5 mg) en la misma mañana (día +9) a las que no muestra-

ron celo e IATF a las 72 horas de la extracción del DILP (día +10).

Los resultados del análisis de progesterona mostraron que había 43 vaquillonas en anestro pre-puberal (Progesterona en sangre <1 ng/ml en las dos evaluaciones), distribuidas homogéneamente en los 4 tratamientos. A este grupo no se le realizó un análisis estadístico por su bajo número. Solo se expondrá los valores absolutos de las dos variables de porcentaje de preñez. Las vaquillonas siempre fueron manejadas juntas salvo en el momento de aplicación de los DILP realizando dos grupos para facilidad del manejo general. Luego de la IATF se volvieron a manejar juntas teniendo en consideración su raza para el servicio natural. Los días de las aplicaciones del DILP, BE, PGF2 α y de las extracciones de sangre se muestran en la Figura 5.

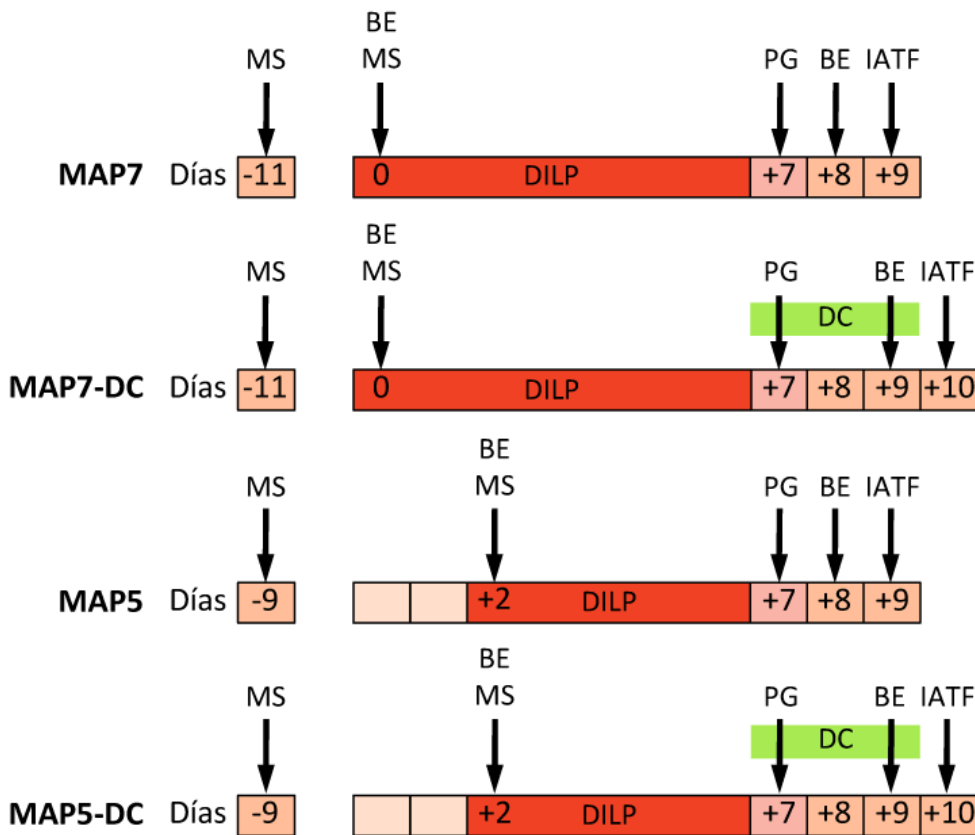


Figura 5. Esquemas de los tratamientos MAP7, MAP7-DC, MAP5 y MAP5-DC del Experimento I. MS = Toma de Muestra de Sangre, BE = Inyección de Benzoato de Estradiol, DILP = Dispositivo Intravaginal de Liberación de Progesterina, PG = Inyección de PGF2 α , DC = Determinación de Celos, e IATF = Inseminación Artificial a Tiempo Fijo.

Experimento II

Este experimento fue realizado con 111 vacas primíparas (3 años) de dos razas, paridas en la primera mitad del período de parición (parición temprana). Para asignar las vacas a cada tratamiento, dentro de año, se tuvo en cuenta la raza, fecha de parto, en anestro y que parieran normalmente. Se conformaron cuatro grupos de acuerdo a los siguientes tratamientos:

- **DTTN-MAP7:** DTTN (día 0), colocación del DILP y BE (2 mg) (día +5), extracción del DILP y PGF2 α (día +12), determinación de celo e IA por la regla AM/PM en el día 12 en la tarde, día 13 mañana y tarde y mañana del día 14. A las que no mostraron celo hasta este momento, se aplicó una dosis de BE (0,5 mg) en la misma mañana e IATF a las 72 horas de la extracción del DILP (día + 15).
- **DTTN-MAP5:** DTTN (día 0), colocación del DILP y BE (2 mg) (día +5), extracción del DILP y PGF2 α (día +10), determinación de celo e IA por la regla AM/PM en el día 10 en la tarde, día 11 mañana y tarde, mañana del día 12. A las que no mostraron celo hasta este momento, se aplicó una dosis de BE (0,5 mg) en la misma mañana e IATF a las 72 horas de la extracción del DILP (día + 13).
- **DTC-MAP7:** DTC (día 0), colocación del DILP y BE (2 mg) (día +5), extracción del DILP y PGF2 α (día +12), determinación de celo e IA por la regla AM/PM en el día 12 en la tarde, día 13 mañana y tarde y mañana del día 14. A las que no mostraron celo hasta este momento, se aplicó una dosis de BE (0,5 mg) en la misma mañana e IATF a las 72 horas de la extracción del DILP (día + 15).
- **DTC-MAP5:** DTC (día 0), colocación del DILP y BE (2 mg) (día +5), extracción del DILP y PGF2 α (día +10), determinación de celo e IA por la regla AM/PM en el día 10 en la tarde, día 11 mañana y tarde, mañana del día 12. A las que no mostraron celo hasta este momento, se aplicó una dosis de BE (0,5 mg) en la misma mañana e IATF a las 72 horas de la extracción del DILP (día + 13).

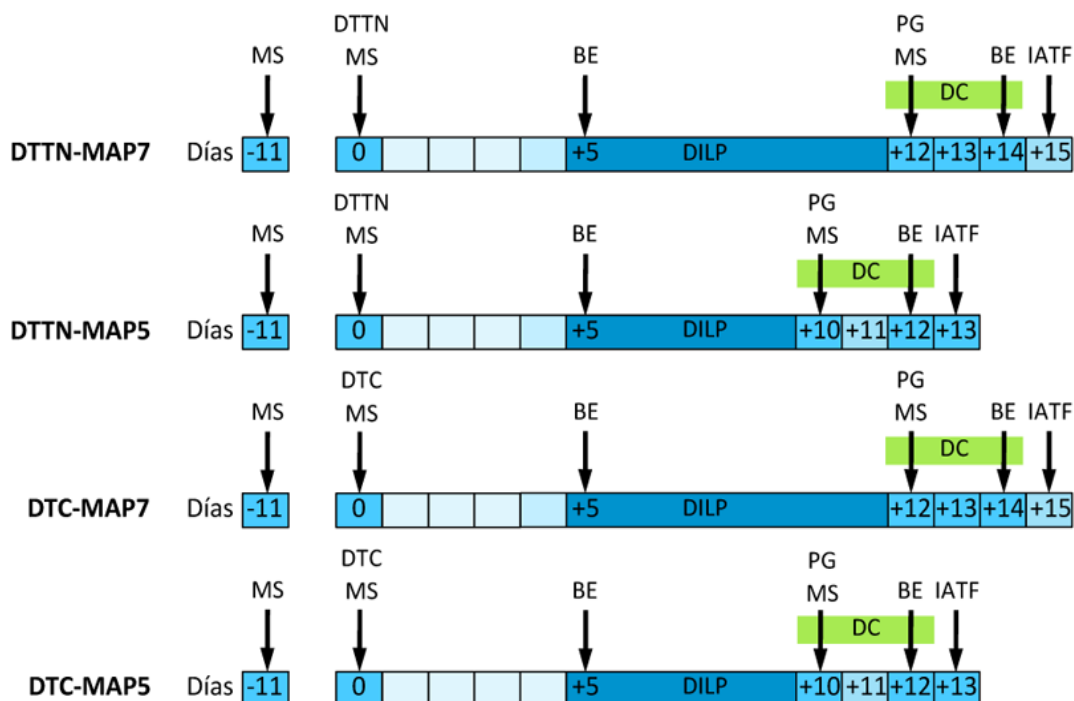


Figura 6. Esquemas de los tratamientos DTTN-MAP7, DTTN-MAP5, DTC-MAP7 y DTC-MAP5 de los Experimentos II y III. MS = Toma de Muestra de Sangre, DTTN = Destete Temporal Tablilla Nasal, DTC = Destete Temporal a Corral, BE = Inyección de Benzoato de Estradiol, DILP = Dispositivo Intravaginal de Liberación de Progesterina, PG = Inyección de PGF α , DC = Determinación de Celos, e IATF = Inseminación Artificial a Tiempo Fijo.

Las vacas siempre se manejaron juntas salvo en el momento de aplicación de los DILP realizando 2 grupos para facilidad del manejo general. Luego de la IATF se volvieron a manejar juntas teniendo en consideración su raza para el servicio natural. La aplicación del día del DILP, BE, PGF2 α y la extracción de sangre se muestra en la Figura 6.

Experimento III

Este experimento fue realizado con 192 vacas entre 4 a 9 años y que habían parido en la primera mitad del período de parición (parición temprana). Para asignar las vacas a cada tratamiento, dentro de año, se tuvo en cuenta la raza, edad de la vaca, fecha de parto, en anestro y que parieran normalmente. Los tratamientos fueron iguales a los del Experimento II (Figura 6) como también su manejo.

Experimento IV

Este experimento fue realizado con 118 vacas entre 4 a 7 años, durante 2 años consecutivos y que habían parido en la segunda mitad del período de parición (parición tardía). Para asignar las vacas a cada tratamiento, dentro de año, se tuvo en cuenta la raza, edad de la vaca, fecha de parto, en anestro y que parieran normalmente. Sólo se realizó destete temporario a corral por espacio de

13 o 15 días según tratamiento. Se conformaron dos grupos de acuerdo a los siguientes tratamientos:

- **DTC-MAP7:** DTC (día 0), colocación del DILP y BE (2 mg) (2 mg día +5), extracción del DILP y PGF2 α (día +12), determinación de celo e IA por la regla AM/PM en la tarde del día 12, mañana y tarde del día 13, mañana del día 14 e inyección de BE (0,5 mg) (día +14) a las que no mostraron celo en la misma mañana e IATF a las 72 horas de la extracción del DILP (día +15).
- **DTC-MAP5:** DTC (día 0), colocación del DILP y BE (2 mg) (día +5), extracción del DILP y PGF2 α (día +10), determinación de celo e IA por la regla AM/PM en la tarde del día 10, mañana y tarde del día 11, mañana del día 12, inyección de BE (0,5 mg) (día +12) a las que no mostraron celo en la misma mañana e IATF a las 72 horas de la extracción del DILP (día +13).

Las vacas de este experimento siempre se manejaron juntas salvo en el momento de aplicación del DTC para facilidad del manejo general. Luego de la aplicación del DILP, se volvieron a manejar juntas teniendo en consideración su raza para el servicio natural. La aplicación del día del DILP, BE, PGF2 α y la extracción de sangre se muestra en la Figura 7.

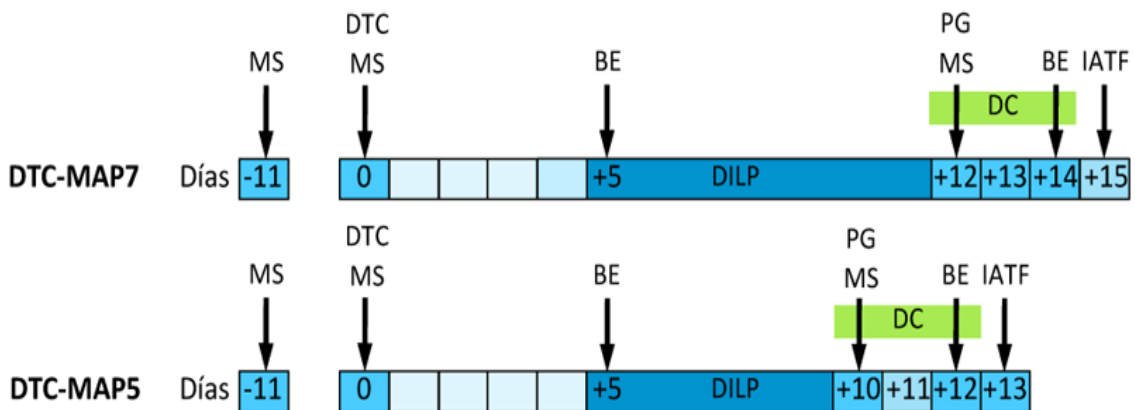


Figura 7. Esquemas de los tratamientos DTC-MAP7 y DTC-MAP5 del Experimento IV. MS = Toma de Muestra de Sangre, DTC = Destete Temporario a Corral, BE = Inyección de Benzoato de Estradiol, DILP = Dispositivo Intravaginal de Liberación de Progestina, PG = Inyección de PGF2 α , DC = Determinación de Celo, e IATF = Inseminación Artificial a Tiempo Fijo.

Análisis estadístico

El efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de preñez fue estudiado ajustando modelos lineales generalizados, asumiendo una distribución binaria de la variable medida: preñez a los 30 y 60 días de realizadas las IATF. La función de enlace entre el parámetro a estimar (p : probabilidad de preñez o de destete) y la parte aditiva del modelo, fue la función logit [$\text{logit}(p) = \log(p/(1-p))$]. Se usó el procedimiento GLIMMIX del paquete estadístico SAS versión 9.4. La parte aditiva del modelo varió con cada Experimento. En el Experimento I, el modelo incluyó a los días que estuvo el DILP en la vagina de la vaca (5 o 7 días), previa detección de celo, su interacción simple y año. En el Experimento II, el modelo incluyó a los efectos del tipo de destete (corral o tablilla), días que estuvo el DILP en la vagina (5 o 7 días), año y su interacción. El Experimento III, el modelo incluyó a los efectos del tipo de destete (corral o tablilla), días que estuvo el DILP en la vagina (5 o 7 días), año, las interacciones simples y edad de la vaca (4 años vs resto de edades). En el Experimento IV, el modelo incluyó a los días que estuvo el DILP en la vagina (5 o 7 días), año, la interacción simple y edad de la vaca (4 años vs resto de edades). Para las variables peso al destete de los terneros, variación de peso de los terneros durante los tratamientos, condición corporal en diferentes momentos, y días desde la IATF al parto del año siguiente se ajustaron modelos lineales generales usando el procedimiento MIXED del mis-

mo paquete estadístico. En los modelos se evaluó el efecto de días que estuvo el DILP en la vagina de la vaca (5 o 7 días), tipo de destete (corral o tablilla), año, sus interacciones simples y edad de las vacas (4 años vs resto de edades) cuando correspondía. En los modelos de diagnóstico de preñez y los de intervalos, cuando las interacciones no dieron significativas fueron excluidos para la corrida final del modelo. En estos modelos (donde la variable no es normal) las interacciones no significativas se sacan porque si no las estimaciones de las medias de los efectos principales dan sesgadas. En el análisis de un año no se consideraron el efecto del tratamiento del año previo (efecto residual), sino que se aleatorizó independientemente. No se consideró el efecto raza en los modelos debido a que el Proyecto no fue diseñado para evaluar dicha variable. Para establecer diferencias estadísticas se utilizó un nivel de significancia del 5% de probabilidad de cometer error de Tipo I ($P < 0,05$).

RESULTADOS

Experimento I

Durante los 3 años se perdieron el 2% (5/276) de los DILP, el 16% (43/276) de las vaquillonas estaban en anestro pre-puberal, quedando 228 vaquillonas ciclando normalmente en el análisis. No se observaron infecciones locales al momento de la extracción del DILP. En la tarde del día de

Cuadro I. Porcentaje de preñez a los 30 y 60 días de la IATF de vaquillonas pre-púberes ($n=43$) al inicio del experimento y las vaquillonas que ya estaban ciclando ($n=228$), e intervalo de una fecha fija a la fecha de parto siguiente (días, media \pm EE) según tratamiento.

	MAP7	MAP7-DC	MAP5	MAP5-DC
<i>Vaquillonas prepúberes</i>	$n=9$	$n=13$	$n=12$	$n=9$
% Preñez a 30 días	22	54	8	22
% Preñez a 60 días	33	54	16	33
<i>Vaquillonas ciclando</i>	$n=58$	$n=56$	$n=53$	$n=61$
% Celos antes del día de la IATF ¹	-	43	-	10
% Preñez a 30 días	49 a	71 b	39 a	43 a
% Preñez a 60 días	85	91	85	76
Intervalo entre fecha fija y parto siguiente (días)	72,1 \pm 3,0 ab	68,3 \pm 2,8 a	77,1 \pm 3,4 b	79,3 \pm 3,4 b

a,b: diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

¹ N° de vacas en celo/N° total de vacas

la extracción del DILP (día 7), las hembras no mostraron celo en ninguno de los 4 tratamientos durante los 3 años, tanto en vaquillonas pre-púberes como ciclando normalmente. En esta última categoría, las vaquillonas en celo antes del día de la IATF fueron 43% (24/56) y 10% (6/61) para los tratamientos MAP7-DC y MAP5-DC, respectivamente (Cuadro I). El mayor porcentaje de celos se mostró en la mañana del día 9 tanto en el Tratamiento MAP7-DC (23%, 13/56) como en el MAP5-DC (8%, 5/61). Similares tendencias se observaron en las vaquillonas pre-púberes.

La preñez a los 30 días fue afectada por el tiempo que estuvo el DILP en la vagina de la vaca (7 vs 5 días) ($P=0,007$), por el Año ($P=0,05$), tendió a ser afectada por la determinación de celo (DC) ($P=0,06$) pero la interacción tiempo que estuvo el DILP y DC no fue significativa ($P=0,17$). (Cuadro I). Estos resultados muestran que la previa detección de celo como el tiempo que estuvo el DILP en la vagina de la vaca afecta la preñez a los 30 días.

En preñez a los 60 días los efectos fijos y su interacción no fueron significativos ($P>0,11$) (Cuadro I). Los resultados del intervalo al parto del año siguiente fueron afectados por el tiempo que estuvo el DILP en la vagina de la vaca (7 vs 5) ($P=0,01$), pero no por la determinación del celo previo a la IATF ni a su interacción ($P>0,32$). Si bien el efecto del año fue significativo ($P=0,05$), su

interacción con las demás variables no lo fue ($P\geq 0,39$).

En conclusión, el Tratamiento MAP7-DC tuvo un mayor porcentaje de preñez a la IATF, similar preñez a los otros 3 tratamientos en el primer mes del servicio (% de preñez a los 60 días) y una anticipación de los partos al año siguiente similar al Tratamiento MAP7, pero superiores a los otros dos tratamientos.

Experimento II

Se perdieron 6 DILP (5%, 6/121), 3 tablillas nasales de los terneros (5%, 3/56), 1 vaca estaba ciclando (0,8%, 1/121), quedando 111 vacas en anestro en el análisis. No se observaron infecciones locales al momento de la extracción del DILP. En la tarde del día de la extracción del DILP, las hembras no mostraron celo en ninguno de los 4 tratamientos durante los 3 años.

El Cuadro II muestra los promedios (y desviaciones estándar) y máximos y mínimos de las variables estimadas en el experimento. Hubo principios de acidosis en los terneros a corral que pudo ser controlado. No se determinaron problemas de identificación de la madre con su ternero al juntarse luego de la IATF.

Alrededor de un tercio de vacas de primera cría estuvo en celo antes del día de la IATF (Cuadro III),

Cuadro II. Promedio y su desviación estándar (DE), mínimos y máximos de Intervalo Parto-Destete Temporal (días), Condición Corporal, Peso del ternero (kg) e Intervalo entre Fecha fija y parto siguiente (días) de las vacas del Experimento II.

	Promedio ± DE	Mínimo	Máximo
Intervalo Parto-Destete Temporal (días)	85 ± 15,3	54	113
Condición corporal			
Al destete	4,4 ± 0,46	2,5	5,5
En invierno	4,3 ± 0,47	2,5	5,5
Al parto	3,4 ± 0,41	2,5	4,5
A la colocación del DILP	4,2 ± 0,54	3,0	5,5
A fin del servicio	4,3 ± 0,46	3,5	5,5
Peso del ternero (kg)			
Al momento del destete temporal	110 ± 19,9	63	160
Al momento de volver a su madre	111 ± 20,7	63	161
Intervalo entre fecha fija y parto siguiente (días)	101 ± 15,3	72	132

Cuadro III. Porcentaje de vacas ciclando previo al retiro de DILP, celo antes de la IATF, y preñez a los 30 y 60 días de la IATF, peso al destete (kg, media \pm EE) e intervalo de una fecha fija a la fecha de parto siguiente (días, media \pm EE) según tratamiento.

	DTTN-MAP7 (n=28)	DTTN-MAP5 (n=28)	DTC-MAP7 (n=28)	DTC-MAP5 (n=27)
% ovuladas previo al retiro del DILP ¹	11	7	7	7
% Celo antes del día de la IATF ²	25	32	29	30
% Preñez a 30 días	26 b	9 b	73 a	6 b
% Preñez a 60 días	61	68	86	78
Peso del ternero al destete (kg)	200 \pm 5,5 a	206 \pm 5,5 a	193 \pm 5,4 a	190 \pm 5,7 b
Intervalo entre fecha fija y parto siguiente (días)	103,5 \pm 3,4	104,7 \pm 3,3	95,4 \pm 4,3	99,8 \pm 4,1

¹ N° de vacas ovuladas/N° total de vacas

² N° de vacas en celo/N° total de vacas

a,b: diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

y la concentración de los mismos se dio en la mañana del día anterior (día 12 o 14 según Tratamiento) de la IATF. Estos fueron 18% (5/28), 29% (8/28), 18% (5/28) y 26% (7/27) para los tratamientos DTTN-MAP7, DTTN-MAP5, DTC-MAP7 y DTC-MAP5, respectivamente. Algunas vacas habían ovulado (determinado por el nivel de progesterona al momento de la extracción del DILP) como posible consecuencia del destete temporario previo (Cuadro III) con valores absolutos muy similares entre tratamientos (no se analizó estadísticamente).

No se obtuvieron diferencias estadísticas en las condiciones corporales en los 5 momentos entre tratamientos en que se realizó su determinación, dentro de año, para los 4 tratamientos ($P > 0,13$), durante los 3 años (Cuadro II). Tampoco se encontró efecto en la variación de peso de los terneros entre el momento de realización del destete temporario y el momento de la IATF, que es cuando el ternero vuelve a su madre ($P > 0,12$), salvo para el efecto año ($P < 0,0001$).

Para porcentaje de preñez a los 30 días se encontró un efecto del tratamiento ($P < 0,0001$) y del año ($P = 0,008$). En porcentaje de preñez a los 60 días no hubo efecto de tratamiento ni de año ($P > 0,20$) aunque llama la atención la gran diferencia para esta variable del destete temporario a corral con respecto al de tablilla nasal (Cuadro III).

Para peso al destete hubo un efecto del tipo de destete temporario ($P = 0,04$) (DTC= 192 \pm 5,5; DTTN= 203 \pm 5,5) y del año ($P = 0,001$), pero no del tiempo del DILP en la vagina de la vaca ($P = 0,78$),

sexo del ternero ($P = 0,63$) y sus interacciones ($P > 0,36$) (Cuadro III). No se obtuvo diferencias entre tratamientos en el intervalo de una fecha fija del año de parto al parto del mismo año ($P > 0,32$) corriendo el mismo modelo citado previamente, pero con una tendencia por el efecto año ($P = 0,07$). Con todo, los tratamientos con destete temporario a corral tenían menor número de días en valores absolutos que los de tablilla nasal (97,5 \pm 2,32 vs 102,3 \pm 2,35).

En conclusión, el tratamiento DTC-MAP7 se mostró superior en porcentaje de preñez correspondiente a la IATF a los otros tratamientos, pero sin diferencias entre los mismos en porcentaje de preñez a los 60 días (pero si en valores absolutos favoreciendo a los tratamientos a corral). Los tratamientos no mostraron diferencias en variaciones de peso de los terneros desde el destete temporario hasta el momento de la IATF, ni tampoco en el intervalo de una fecha fija al parto del siguiente año. En peso al destete hubo un efecto del tipo de destete. El destete con tablilla mostró mayores pesos al destete que el de corral.

Experimento III

Se perdieron 6 DILP (3%, 6/201), tres vacas estaban ciclando previo al inicio del experimento (1,4%, 3/201), quedando 192 vacas en anestro en el análisis. No se observaron infecciones locales al momento de la extracción del DILP. En la tarde del día de la extracción del DILP las hembras no mostraron celo en ninguno de los 4 tratamientos durante los 3 años. Los terneros

Cuadro IV. Promedio y su desviación estándar (DE), mínimos y máximos de Intervalo Parto-Destete Temporario (días), Condición Corporal, Peso del ternero (kg) e Intervalo entre Fecha fija y parto siguiente (días) de las vacas del Experimento III.

	Promedio ± DE	Mínimo	Máximo
Días parto-destete temporario	75 ± 11,5	50	100
Condición corporal			
Al destete	4,3 ± 0,58	3,0	5,5
En invierno	4,1 ± 0,58	2,5	5,5
Al parto	3,4 ± 0,55	2,0	5,0
A la colocación del DILP	4,0 ± 0,52	2,5	5,5
Al fin del servicio	4,2 ± 0,55	3,0	5,5
Peso del ternero (kg)			
Al momento del destete temporario	113 ± 18,1	78	160
Al momento de volver a su madre	115 ± 18,5	72	169
Días de Intervalo entre fecha fija y parto siguiente	97 ± 14,6	74	135

no perdieron tablillas nasales. No se obtuvieron diferencias estadísticas en las condiciones corporales en los 5 momentos entre tratamientos en que se realizó su determinación, dentro del año, para los 4 tratamientos ($P > 0,29$), durante los 3 años. Durante los 3 años hubo un efecto del año ($P < 0,04$) y un efecto de la edad de la vaca en 2 de las estimaciones de CC. Las vacas de 4 años tuvieron menor estado corporal que el resto de las edades a mitad de invierno ($4,00 \pm 0,07$ vs $4,19 \pm 0,05$, $P = 0,04$) y al parto ($3,36 \pm 0,06$ vs $3,52 \pm 0,04$, $P = 0,03$). Las variaciones de peso del ternero entre el comienzo del destete temporario y el momento que volvieron a sus madres se vieron afectado por el año ($P < 0,0001$) y por la interacción tipo de destete por año ($P < 0,0001$), no teniendo efecto el tipo de destete, el tiempo del DILP en la vagina, edad de las vacas, el sexo de los terneros y sus interacciones simples ($P > 0,23$). No tenemos una explicación del porqué algún año las ganancias a corral fueron superiores a los de tablilla y en otro se dio en forma inversa.

El Cuadro IV muestra los promedios (y desviaciones estándar) y máximos y mínimos de las variables estimadas en el experimento. Pocas vacas mostraron celo antes del día de la IATF (Cuadro V). La concentración de los mismos se dio en la mañana del día anterior (día 12 o 14 según Tratamiento) de la IATF. Estos fueron 0%

(0/44), 5% (2/41), 9% (5/57) y 0% (0/50) para los tratamientos DTTN-MAP7, DTTN-MAP5, DTC-MAP7 y DTC-MAP5, respectivamente.

Algunas vacas habían ovulado (determinado por el nivel de progesterona al momento de la extracción del DILP) como posible consecuencia del destete temporario previo (Cuadro V) con valores absolutos muy similares entre tratamientos (no se analizó estadísticamente).

Los terneros a corral presentaron principios de acidosis que pudo ser controlada. No se determinaron problemas de identificación de madre con su ternero al juntarse luego de la IATF.

El porcentaje de preñez a los 30 días se vio afectado por el tipo de destete temporario ($P = 0,002$), la interacción tipo de destete temporario por el tiempo que estuvo el DILP en la vagina de la vaca ($P = 0,02$) y la interacción tipo destete temporario por año ($P = 0,04$) (Cuadro V). Pero para la misma variable el tiempo que estuvo el DILP en la vagina de la vaca, la edad de la vaca, el año y la interacción año por tiempo que estuvo el DILP en la vagina de la vaca no mostraron efecto significativo ($P > 0,17$).

El destete a corral tuvo valores superiores en porcentaje de preñez a los 30 días que el destete a tablilla nasal en 2 de los 3 años, no teniendo diferencia estadística en el tercero. Esto necesita más investigación. El porcentaje

Cuadro V. Porcentaje de vacas ciclando previo al retiro de DILP, celo antes de la IATF, de preñez a los 30 y 60 días de la IATF, peso al destete (kg, media \pm EE) e intervalo de una fecha fija a la fecha de parto siguiente (días, media \pm EE) según tratamiento.

	DTTN-MAP7 (n=44)	DTTN-MAP5 (n=41)	DTC-MAP7 (n=57)	DTC-MAP5 (n=50)
% ovuladas previo al retiro del DILP ¹	5	10	9	8
% Celo antes del día de la IATF ²	4	7	25	6
% Preñez a 30 días	32 b	43 b	76 a	48 b
% Preñez a 60 días	58 b	72 b	88 a	76 b
Peso del ternero al destete (kg)	200 \pm 4,0 b	206 \pm 4,2 b	190 \pm 3,7 a	195 \pm 3,9 a
Intervalo entre fecha fija y parto siguiente (días)	99,5 \pm 3,9 b	100,0 \pm 3,83 b	93,3 \pm 2,0 a	93,1 \pm 3,63 a

¹ N° de vacas ovuladas/N° total de vacas

² N° de vacas en celo/N° total de vacas

a,b: diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

de preñez a los 60 días de haber realizado la IATF fue afectado tipo de destete temporario ($P=0,007$) y la interacción tipo de destete temporario por el tiempo que estuvo el DILP en la vagina de la vaca ($P=0,04$) (Cuadro V). El porcentaje de preñez a los 60 días no fue afectado por el año, por la edad de la vaca ni por el tiempo que estuvo el DILP en la vagina de la vaca ($P > 0,12$). El intervalo de una fecha fija del año de parto al parto del mismo año solo se vio afectado por el tipo de destete temporario ($P=0,02$) y el año ($P=0,02$) y no por el tiempo del DILP en la vagina y edad de las vacas ($P > 0,22$) (Cuadro V). Los tratamientos que se aplicaba destete a corral tenían menor intervalo ($95 \pm 1,80$) que los de tablilla nasal ($101 \pm 2,10$). El peso al destete solo fue afectado por el tipo de destete temporario ($P=0,006$) y año ($P < 0,0001$) no teniendo efecto el tiempo que estuvo el DILP en la vagina de la vaca, la edad de la vaca, el sexo del ternero y las interacciones simples ($P > 0,11$). Los terneros que correspondían a los tratamientos a corral pesaban menos ($192 \pm 2,7$ kg) que los terneros con tablilla nasal ($203 \pm 3,0$ kg) (Cuadro V).

En conclusión, para las variables reproductivas estudiadas, el mejor protocolo fue el que combinó destete temporario a corral con la permanencia de un DILP en la vagina de la vaca por espacio de 7 días, mientras que los pesos al destete de los terneros fueron mayores con tablilla nasal que con destete a corral.

Experimento IV

Se perdieron 4 DILP (3%, 4/122), quedando 118 vacas en anestro en el análisis. No había vacas ciclando previo al inicio del experimento y no se observaron infecciones locales al momento de la extracción del DILP. En la tarde del día de la extracción del DILP las hembras no mostraron celo en ninguno de los dos tratamientos durante los 2 años. No se determinaron problemas de identificación de madre con su ternero al juntarse luego de la IATF como tampoco problemas de acidosis en los terneros. No se obtuvieron diferencias estadísticas en las condiciones corporales en los cinco momentos en el año en que se realizó su determinación, dentro de cada año, para los 2 tratamientos ($P > 0,30$), durante los 2 años. En ese tiempo hubo un efecto del año ($P < 0,05$) y de la edad de la vaca en una de las estimaciones. Las vacas de 4 años tuvieron una tendencia a presentar una menor condición corporal que el resto de las edades al parto ($3,42 \pm 0,07$ vs $3,59 \pm 0,05$; $P=0,07$). La variación de peso del ternero entre el comienzo del destete temporario y el día de la IATF se analizó tomando en cuenta los días que estuvo el DILP en la vagina de la vaca ($P=0,09$), el año ($P=0,0007$), la interacción los días que estuvo el DILP en la vagina de la vaca por el año ($P=0,03$) no teniendo efecto estadísticamente significativo la edad de las vacas y el sexo del ternero ($P > 0,51$). En el Año II no hubo diferencia en la variación de peso, pero sí en el Año I a favor del Tratamiento DTC-MAP7 ($2,10 \pm$

Cuadro VI. Promedio y su desviación estándar (DE), mínimos y máximos de Intervalo Parto-Destete Temporario (días), Condición Corporal, Peso del ternero (kg) e Intervalo entre Fecha fija y parto siguiente (días) de las vacas del Experimento IV.

	Promedio ± DE	Mínimo	Máximo
Días parto-destete Temporario	53 ± 6,8	36	64
Condición corporal			
Al destete	4,1 ± 0,57	3,0	5,5
En invierno	3,9 ± 0,62	2,5	5,5
Al parto	3,5 ± 0,52	2,5	5,0
A la colocación del DILP	4,0 ± 0,54	2,5	5,5
Al fin del servicio	3,9 ± 0,46	3,0	5,0
Peso del ternero (kg)			
Al momento del destete temporario	87 ± 11,3	63	118
Al momento de volver a su madre	87 ± 12,5	63	119
Intervalo entre fecha fija y parto siguiente (días)	101 ± 9,4	82	127

0,91 vs -3,38 ± 0,95 kg; P<0,05). Esto no tiene una explicación sencilla. El Cuadro VI muestra los promedios (y desviaciones estándar) y máximos y mínimos de las variables estimadas en el experimento.

Hubo vacas que mostraron celo antes del día de la IATF (Cuadro VII). La concentración de los mismos en la mañana del día antes (día 12 o 14 según Tratamiento) de la IATF fue de 18% (11/60) y 5% (3/58) para los tratamientos DTC-MAP7 y DTC-MAP5, respectivamente.

Muy pocas vacas habían ovulado (determinado por el nivel de progesterona al momento de la

extracción del DILP) como posible consecuencia del destete temporario previo (Cuadro VII) con valores absolutos muy similares entre tratamientos (no se analizó estadísticamente).

El porcentaje de preñez a los 30 días sólo se vio afectado por los días que estuvo el DILP en la vagina de la vaca (P=0,04) y no hubo efecto del año, su interacción y la edad de la vaca (P>0,40) (Cuadro VII). En preñez a los 60 días hubo un efecto de los días que estuvo el DILP en la vagina de la vaca (P=0,03) y de la interacción año por días que estuvo el DILP en la vagina de la vaca (P=0,05). En el Año I el tratamiento DTC-

Cuadro VII. Porcentaje de vacas ciclando previo al retiro de DILP, celo antes de la IATF, de preñez a los 30 y 60 días de la IATF, peso al destete (kg, media ± EE) e intervalo (días) de una fecha fija al día de parto del año siguiente (días, media ± EE) según tratamiento.

	DTC-MAP7(n=60)	DTC-MAP5(n=58)
% ovuladas previo al retiro del DILP ¹	3	2
% Celos antes del día de la IATF ²	32	5
% Preñez a 30 días	49 a	29 b
% Preñez a 60 días	70 a	50 b
Peso del ternero al destete (kg)	173 ± 2,7	167 ± 2,6
Días de Intervalo entre fecha fija y parto siguiente	98 ± 1,9 A	103 ± 1,6 B

¹ N° de vacas ovuladas/N° total de vacas.

² N° de vacas en celo/N° total de vacas.

a,b: diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas (P<0,05).

A,B: diferentes letras en la misma fila indican tendencia de diferencias (P<0,10).

MAP7 se mostró superior al DTC-MAP5 (71% vs 32%) pero similar valor en el Año II (69% vs 66%). No tenemos una explicación para este resultado. El intervalo de una fecha fija del año del parto del año siguiente tuvo una tendencia a ser afectado por el tiempo del DILP en la vagina ($P=0,07$), el año ($P=0,08$) pero no por la edad de las vacas ($P=0,47$) (Cuadro VII). A diferencia de los terneros de los Experimentos II y III, los del Experimento IV demoraron entre 3 a 4 días en comenzar a consumir la ración. No hubo problemas de identificación de madre con su ternero al juntarse luego de la IATF. Para peso al destete sólo el efecto año fue significativo ($P<0,0001$), así como una diferencia de peso entre terneros de las vacas de 4 años ($166 \pm 3,6$ kg) y el resto de las edades ($173 \pm 2,3$ kg) ($P=0,04$).

En conclusión, el tratamiento a corral con el tiempo del DILP en la vagina por espacio de 7 días se mostró superior al de 5 días en las variables reproductivas estudiados, pero no en el peso al destete en el cual no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas.

DISCUSIÓN GENERAL

Las pérdidas de los DILP se dividieron en vaquillonas y vacas paridas ya que los DILP son de diferente diámetro al igual que la estructura de las vaginas de estas dos categorías. Las vaquillonas perdieron un muy bajo número de DILP (2%). Las pérdidas de DILP en vacas paridas (Experimentos II, III y IV acumulados) fue 3,6% (16/444) y las de tablillas nasales de los terneros 2% (3/157). Dentro de las vacas paridas, sólo el 0,9% (4/444) estaban ciclando al momento de iniciar los destetes temporarios, valor muy similar al ya publicado por Rodríguez Blanquet (2008).

Los problemas de acidosis en los terneros a corral fueron mínimos y no se determinaron problemas de reunión vaca-ternero al juntarse luego de la IATF, pero no determinamos si era la vaca con su verdadero hijo. El porcentaje y la cantidad de vacas ovuladas al momento de la extracción del DILP en los Experimentos II, III y IV como posible consecuencia del previo destete temporario fueron 8% (9/112), 7,8% (15/192) y 2% (3/118) vacas para el conjunto de los tratamientos DTTN-MAP7, DTTN-MAP5, DTC-MAP7 y DTC-MAP5.

Para el tratamiento DTC-MAP7 para los 3 experimentos fue 7% (2/28), 9% (5/57) y 3% (2/60) respectivamente.

Los resultados de este Proyecto son contundentes. Los tratamientos MAP7-DC (vaquillonas ciclando normalmente) y DTC-MAP7 (vacas paridas en anestro posparto) tuvieron sistemáticamente:

- 1) Mayor porcentaje de preñez a la IATF.
- 2) Un mayor porcentaje de preñez en el primer mes del servicio (% de preñez a los 60 días) en los experimentos ya sea con diferencia estadística o en valores absolutos con respecto a los otros tratamientos.
- 3) Una concentración superior de partos al comienzo del período de partos del año siguiente a la IATF, habiéndose obtenido diferencias estadísticamente significativas o con diferencias en valores absolutos con respecto a los otros tratamientos. Si el período de servicio hubiese sido más largo que 30 días luego de la IATF, muy probablemente todas las diferencias hubiesen sido mayores y estadísticamente significativas.
- 4) No hubo mayores diferencias en las ganancias diarias de los terneros entre el comienzo del destete temporario a corral y su reencuentro con su madre al concluir la IATF.
- 5) Menores pesos al destete en los tratamientos a corral que en los tratamientos de tablillas nasales en los destetes temporarios. Esto puede ser explicado porque tal vez algunos terneros con tablilla nasal tienen la habilidad de seguir amamantando con la tablilla colocada, posiblemente siendo esta una explicación del menor porcentaje de preñez en el tratamiento DTTN-MAP7.

Los tratamientos MAP5 inclusive con DC en vacas con cría al pie no tuvieron buenos resultados. Estos tratamientos tenían un folículo de 1 a 2 días de edad al momento de la extracción del dispositivo con un posible tamaño relativamente pequeño y baja producción de estrógeno. Nuestra hipótesis era que la aplicación de estrógeno exógeno paliaría esa deficiencia. Esto no fue así como se puede ver en los resultados obtenidos. Posiblemente si hubiésemos inyectado 1 mg de

BE en vez de 0,5 mg los resultados hubiesen sido otros.

El Cuadro VIII muestra la distribución de celos con respecto al total de celos y al número total de hembras del tratamiento MAP7-DC (Experimento I) y DTC-MAP7 (Experimentos II, III y IV) desde la extracción del DILP hasta 24 horas antes de la IATF. Los resultados corresponden a los obtenidos a campo sin analizar estadísticamente. Estos muestran que en hembras ciclando (Experimento I) se presentan más celos previos a la IATF que en los otros experimentos. Los celos van incrementándose desde las 48 horas a 24 horas antes de la IATF en todas las categorías (menos en el Experimento III) con un máximo en la última determinación (24 horas antes del comienzo de la IATF). Pero cuando se estima el borrado de la pintura al momento de la IATF luego de haber inseminado las que se les determinó celo, los resultados se invierten. Se muestran más hembras con pintura borrada (muy posiblemente en celo) en los Experimentos II, III y IV que en el I.

Experimento I (n=32): 47%(>50%); 22% (30-50%); 19% (<30%) y 12% (0%).

Experimento II (n=20): 70%(>50%); 15% (30-50%); 15% (<30%) y 0% (0%).

Experimento III (n=43): 70%(>50%); 7% (30-50%); 14% (<30%) y 9% (0%).

Experimento IV (n=41): 93%(>50%); 5% (30-50%); 0% (<30%) y 2% (0%).

Rodríguez Blanquet y col., (2015) evaluando la fertilidad a los 30 días de realizar IATF en vaquillonas y vacas con cría al pie no encontraron diferencias significativas entre el borrado de >50% y 30-50% pero obteniendo valores estadísticamente superiores a los otros dos rangos.

En base a los resultados de la distribución de celos del Cuadro VIII, si suponemos que con el uso de un nuevo protocolo (Bo y col., 2016), mejorado por Menchaca y col. (2017) denominado J-SYNCH (ver Capítulo III), se distribuirían los celos de igual forma tanto en vaquillonas como posiblemente en vacas paridas con destete a corral de este Proyecto, se perderían oportunidades de preñez. La forma de no perder estos celos en el protocolo J-SYNCH sería determinándolos en la mañana del día 7 (AM y PM) y 8 (AM) como fue realizado en el presente Proyecto.

Cuadro VIII. Porcentajes de celos sobre celos totales, porcentajes de celos sobre total de hembras en el tratamiento por momento de determinación de celo y totales desde la extracción de DILP hasta 24 horas antes de la IATF del Tratamiento MAP7-DC (Experimento I) y DTC-MAP7 (Experimentos II, III y IV).

	-48 horas	-36 horas	-24 horas	TOTAL
<i>Experimento I</i>				
De las que muestran celo	25% (6/24)	21% (5/24)	54% (13/24)	43% (24/56)
Del total	11% (6/56)	9% (5/56)	23% (13/56)	
<i>Experimento II</i>				
De las que muestran celo	12% (1/8)	25% (2/8)	62% (5/8)	29% (8/28)
Del total	4% (1/28)	7% (2/28)	18% (5/28)	
<i>Experimento III</i>				
De las que muestran celo	-	64% (9/14)	38% (5/14)	25% (14/57)
Del total	-	16% (9/57)	9% (5/57)	
<i>Experimento IV</i>				
De las que muestran celo	-	42% (8/19)	58% (11/19)	32% (19/60)
Del total	-	13% (8/60)	18% (11/60)	
TOTAL				
De las que muestran celo	22% (7/32)	37% (24/65)	52% (34/65)	33% (65/201)
Del total	8% (7/84)	12% (24/201)	17% (34/201)	

Las vacas multíparas (Cuadro VIII) no muestran celo en la mañana del día 8 (48 horas antes de la IATF). Si esto se confirma con un mayor número de vacas, una forma de no determinar celo en estas categorías sería pintando las vacas en el anca (Rodríguez Blanquet y col., 2015) al momento de la extracción del DILP. De esta forma, al momento de inyectar el BE (día 9) se separarían las vacas despiñadas inseminándolas desde las 11 AM sin dejar de realizar el resto de las acciones ya explicadas. Este razonamiento nos parece válido porque se ha demostrado que los celos se inician principalmente en la tarde, avanzada la noche y en la madrugada. Hurnik y col., (1975) trabajando con cámara de video publicaron que el 70% de la actividad de monta ocurría entre las 19.00 y 7.00 horas. Si la máxima fertilidad se da entre las 4 a 24 horas de comenzado el celo (Robbins y col., 1978) (Dorsey y col., 2011), es de esperar un porcentaje de preñez similar tanto usando la regla AM/PM como inseminando una sola vez comenzando a las 11 de la mañana (Nebel y col., 1994; Graves y col., 1997). El resto se inseminaría a la mañana siguiente.

En vaquillonas (Experimento I), el protocolo MAP7 es el más usado en América del Sur desde hace algunos años. En la revisión realizada (Capítulo III) en que se usó el protocolo MAP7 llamado Protocolo Convencional (Cuadros IV, VIII y IX) se obtuvo un promedio de preñez a la IATF en vaquillonas de 53% (1192/2236) en un total de 17 rodeos. Bo y col. (2016) informaron un valor promedio del 50% analizando 431000 IATF. Ambas publicaciones no especificaron si las hembras estaban ciclando normalmente. Con todo, estos valores fueron muy similares al obtenido en el experimento (49%), pero inferiores al tratamiento con un proestro largo (MAP7-DC) (71%). Aunque no fue analizado estadísticamente por el bajo número de vaquillonas pre-púberes, estas, con MAP7-DC, siguen las mismas tendencias en variables reproductivas que en vaquillonas ciclando normalmente. Rasby y col. (1998), en vaquillonas en anestro prepuberal aplicando el protocolo de IATF convencional, obtuvieron ovulaciones y porcentajes de fertilidad razonables al primer servicio. Es de esperar que usando el Protocolo Convencional Reformulado (MAP7-DC), los valores de preñez sean superiores al llamado Protocolo Convencional como fue obtenido en valores absolutos en el presente Proyecto. Pfeifer y col.,

(2009) trabajando en vaquillonas prepúberes de razas británicas mostraron que el tratamiento con progestinas incrementa el desarrollo del folículo dominante y junto con una dosis de prostaglandina F_{2α} al momento de la extracción del DILP obtuvieron más ovulaciones. Parecería por los resultados de este trabajo que habría un efecto sinérgico en el uso conjunto de ambas hormonas. En vaquillonas en anestro prepuberal podríamos pensar que obtendríamos una respuesta nula si aplicáramos cualquiera de los protocolos que sólo usan PGF_{2α} ya que esas vaquillonas no presentan cuerpos lúteos. Esto no es tan así ya que se ha reportado recientemente que esta hormona podría estimular la inducción de ovulaciones en vaquillonas pre-púberes (Leonardi y col., 2012).

El bajo porcentaje de vacas ovuladas en el protocolo DTC-MAP7 al momento de la extracción del DILP (6%, 9/145) y los altos porcentajes de preñez obtenidos nos dice que este protocolo induce ovulaciones en vacas con cría al pie. Por el porcentaje de preñez a los 60 días también nos parece razonable suponer que este tratamiento deja a una parte de las vacas ciclando por lo menos hasta el siguiente ciclo estral.

Los tratamientos hormonales no son ajenos al balance nutricional en cada categoría. En términos generales, el nivel de energía tiene un gran efecto sobre la edad a la pubertad (Kinder y col., 1995), anestro posparto (Dunn y Kaltenbach, 1980) y la supervivencia embrionaria (Dunne y col., 1999). Aunque hay una gran cantidad de información del efecto de la nutrición sobre variables reproductivas (Dunn y Kaltenbach, 1980; Randel, 1990; Short y col., 1990), hay poco conocimiento sobre los efectos de la nutrición sobre la dinámica de los folículos y su crecimiento en bovinos para carne con cría al pie. Los folículos ováricos cumplen una función muy importante en el proceso reproductivo y como es lógico son afectados por la nutrición en diferentes momentos de la vida productiva de la vaca. Los folículos ováricos controlan el ciclo estral, la viabilidad del ovocito y la supervivencia del embrión a través del cuerpo lúteo producido luego de la ovulación y la síntesis de progesterona. La escasa información sobre el desarrollo folicular se centra en vaquillonas ya que, en vacas productoras de leche, el efecto de la nutrición se confunde con su producción de leche. Y en vacas productoras de carne

con la unión vaca-ternero (amamantamiento), no lactación. Los efectos de la nutrición, especialmente la subnutrición, habría que separarlos en los de corto y largo plazo, así como la gravedad en cada momento. A su vez hay variación individual (variación genética) como también dependiendo de la condición corporal del cual partió la subnutrición o realimentación.

Las vaquillonas se manejaron de tal forma que tuvieran alta disponibilidad de materia seca (campo natural) desde dos meses antes de la IA. El año en que se realizó el Experimento I en un establecimiento cooperador, las vaquillonas estuvieron en una pradera convencional de alta disponibilidad y muy posiblemente de alta digestibilidad (no determinada) 30 días antes de comenzar la IA. Esto nos aseguraba que esta categoría ganaba peso y seguramente condición corporal antes de la IATF. Rhodes y col. (1995, 1996) demostraron que había un incremento del diámetro del folículo dominante y futuro pre-ovulatorio durante la realimentación en vaquillonas. Para la misma categoría, Imakawa y col. (1986), Bossis y col. (1999, 2000) mostraron una relación positiva entre la concentración de LH y el nivel nutritivo y los dos últimos trabajos con la concentración de estrógeno. En bovinos, la secreción pulsátil de LH es clave para la ovulación y por ende el reinicio de la actividad cíclica. El principal evento que determina la ovulación es la presencia y exposición de un folículo pre-ovulatorio a una correcta frecuencia de pulso de LH. Inadecuada frecuencia de pulsos de esta hormona resulta en baja producción de estrógenos del folículo, que son los que tienen una retroalimentación positiva con la GnRH y LH. Por lo tanto, si el incremento de estrógenos no se da, el folículo pre-ovulatorio, el cual está en los estados finales de desarrollo, se atresia. En base a esta información podríamos decir que las vaquillonas del Experimento I, independientemente de que estuviesen ciclando o no, tenían un folículo dominante o pre-ovulatorio (según su condición fisiológica), con una alta tasa de crecimiento diario, un mayor diámetro y alta producción de estrógeno.

Las vacas con cría al pie del presente Proyecto disminuyeron su condición corporal desde mitad de invierno al parto, pero lo incrementaron del parto a la colocación de los DILP y al fin del servicio. Las vacas de estos 3 experimentos estaban mayoritariamente en anestro al realizar

el destete temporario. Dunn y Kaltenbach (1980) mostraron que el efecto de la condición corporal al parto (reflejo de la nutrición preparto) fue más importante que el de la nutrición posparto sobre el largo del anestro posparto. Los efectos de la nutrición posparto sobre el anestro posparto son aparentemente inconsistentes. Se publicaron trabajos sin ningún efecto (Wettemann y col., 1986; Wright y col., 1992) como con efecto significativo (Rutter y Rendel, 1984; Wright y col., 1987; Richard y col., 1991). Estos resultados inconsistentes pueden reflejar interacciones entre los niveles nutricionales pre y posparto, condición corporal al parto cuando se comienzan los diferentes niveles nutricionales, producción de leche, así como otros factores ambientales que afectan el anestro posparto. Diskin y col. (2003), en su revisión sobre vacas para carne con cría al pie, concluyeron que el nivel nutritivo preparto, determinante de la condición corporal al parto, afecta el intervalo parto-primer celo (anestro posparto) más que el nivel posparto. Y el nivel posparto determinaría el crecimiento y diámetro del folículo dominante más que la nutrición preparto. En base a que las vacas de este Proyecto estaban mejorando condición corporal luego del parto podríamos suponer que, en el momento de realizar los destetes temporarios, los folículos dominantes estaban en franco crecimiento con incremento de producción de estrógeno. Pero todavía las vacas seguían en anestro al momento de los destetes. Cuando la inhibición del amamantamiento se realizó (fundamentalmente las de corral), podemos suponer que la pulsatilidad (amplitud y frecuencia) y concentración de GnRH aumentó notoriamente en pocas horas (Williams y col., 1996), así como la LH y la ovulación (Shively y Williams, 1989). Igualmente, las vacas, en su gran mayoría, seguían en anestro por los valores estimados de progesterona (<1 ng/ml) al momento de retirar los DILP. Este hecho no era nuestra hipótesis original. En seguida del parto, las vacas muestran ondas foliculares (Yavas y Walton, 2000). Por lo tanto, tendría que haber folículos dominantes con posibilidad de ovular. Roche y col. (1992) mostraron que el anestro posparto en bovinos para carne se mantiene debido a una falla en la ovulación del folículo dominante y no a la falta de desarrollo de ese folículo, en condiciones nutricionales adecuadas. Muy posiblemente los folículos dominantes estuviesen prontos para ovular. Lo que posiblemente faltaba era una mayor concentración y

pulsatilidad de LH. Esto se trató de conseguir por varios caminos. Uno por la inhibición del amamantamiento y otro, aparentemente, por la aplicación del DILP. Los tratamientos de vacas en anestro con cría al pie a las cuales se les aplica una progestina (progesterona, natural o progestágeno, artificial) incrementan las concentraciones de estradiol, la salida pulsátil de LH y el número de receptores de LH en las células de la teca y granulosa del folículo preovulatorio comparado con las vacas testigo (García-Winder y col., 1986, 1987; Inskoop y col., 1988). Se podría pensar que las vacas en anestro con progestinas exógenas estimulan el crecimiento y maduración final del folículo dominante a través del incremento de la LH, el estímulo en el número de receptores de LH y secreción de estradiol (que permitiría un adecuado pico preovulatorio de LH). El incremento de la pulsatilidad de LH es posible debido a la reducción de los receptores de estradiol en el hipotálamo y un menor feedback negativo a la salida de GnRH como se demostró en vaquillonas prepúberes (Day y Anderson, 1998). Este aumento de LH se sumaría al que se produce por la inhibición del amamantamiento. Otro efecto que se sumaría es un incremento del diámetro del folículo (Fike y col., 1999) y concentración de estrógeno durante los días del tratamiento con una progestina (Kojima y col., 1995; Fike y col., 1999) como ya fue expresado. En nuestro caso este aumento del diámetro sería ayudado por el incremento de condición corporal del parto hasta el final del servicio (Diskin y col., 2003). Perry y col. (2005) mostraron que las vacas no detectadas en celo e inducidas a ovular folículos $\leq 11,3$ mm tenían menor concentración de estradiol en el día 0 (IATF) comparada con las vacas inducidas a ovular folículos de mayor tamaño ($\geq 11,3$ mm). Está ya demostrado que la concentración de estradiol producida por el folículo pre-ovulatorio tiene relación con el nivel de progesterona del próximo ciclo (Welsh y col., 1983). Además el estradiol tiene un efecto directo en la regulación de receptores de progesterona en el epitelio del útero. Es decir, tiene efecto sobre la concentración tisular de progesterona del próximo ciclo (Jinks y col., 2013; Madsen y col., 2015) y por lo tanto con una menor posibilidad de mortalidad embrionaria (Mann y Lamming, 1999). Se agrega a esto el uso de PGF 2α que actuaría como un estímulo de la ovulación (Pfeifer y col., 2009, 2014) en vacas y vaquillonas en anestro al igual

que el benzoato de estradiol (Fike y col., 1997) en programas de IATF. Estas hormonas podrían, en conjunto, haber ayudado a inducir la ovulación.

Por los resultados obtenidos en preñez a la IATF, lo que hizo el protocolo DTC-MAP7 fue inducir las ovulaciones en los Experimentos II, III y IV y el protocolo MAP7-DC sincronizar las mismas en el Experimento I.

En base a los resultados de campo, hipotetizamos que las vacas de los Experimentos II, III y IV tenían un folículo que venía creciendo, con un gran diámetro, produciendo cantidades crecientes de estradiol y con alta concentración y pulsatilidad de LH al momento que se juntaban madres con sus hijos. Esto redundaría en un cuerpo lúteo de un mayor tamaño, con mayor producción de progesterona en el siguiente ciclo. Mann y Lamming (1999) demostraron que las vacas con alta concentración de progesterona durante el período de reconocimiento maternal (días 14 a 17 luego del servicio) producían embriones más grandes y a su vez estos producían mayor cantidad de interferón tau. Esta proteína, secretada por el embrión, es la señal responsable o por lo menos la más estudiada, de la inhibición de la salida pulsátil de PGF 2α , y por consiguiente no se produce la luteólisis. Esta acción evita la mortalidad embrionaria y por lo tanto incrementa el porcentaje de preñez.

Con todo lo expuesto, parecería que la madurez del folículo no es predicha por un solo factor. Probablemente sea el efecto acumulativo de muchos factores como el largo del proestro, alta concentración y producción de estradiol previo a la IATF, edad y diámetro del folículo (estos 2 últimos factores actúan independientemente). El protocolo MAP7-DC en vaquillonas y DTC-MAP7 en vacas con cría al pie incrementan la edad de los folículos por más días desde la extracción del DILP a la IATF. Esto redundaría en mayor producción de progesterona del cuerpo lúteo resultante, así como en el desarrollo embrionario, que como ya fue expresado es un punto clave en el reconocimiento de la preñez. Y para obtener altos porcentajes de fertilidad a la IATF se suma la edad de la hembra, intervalo desde el parto a la IATF, condición corporal y sus variaciones antes y después de la IATF, la calidad del semen y la fertilidad inherente del semen del toro. Tendríamos que agregar condición corporal del cual se

parte en la realimentación luego del parto. Esta estuvo, en las vacas con cría al pie, en un promedio de 3,5 (1-muy flacas; 8- muy gordas). Parecería que este valor de condición corporal al parto sería un mínimo de la cual partir si esas vacas mejoran condición corporal previo a la IATF. Posiblemente, con valores de condición corporal menores a 3,5 al parto, no sería posible obtener valores de preñez similares a los obtenidos en el presente Proyecto a no ser que se obtengan altas ganancias de peso y grandes incrementos de condición corporal.

Los porcentajes de preñez a la IATF en Experimento II y III del protocolo DTC-MAP7 son similares y los de este último y el IV son diferentes favoreciendo a los del Experimento III. Stevenson y col. (2015) en un análisis parcial que englobaban 2530 vacas con ternero al pie en anestro, demostraron que las vacas primíparas tienen menor porcentaje de preñez a la IATF que las multíparas. En nuestro caso no hubo diferencias en valores absolutos en preñez a la IATF (73% y 76%) ni en el retorno (86% y 88%) entre vacas primíparas y multíparas de parición temprana respectivamente teniendo similares condiciones corporales en los diferentes momentos de su evaluación. Pero si las hubo entre las vacas multíparas de parición temprana y tardía (76% y 49% respectivamente).

Stevenson y col. (2015) mostraron que los días del parto al momento que se aplica el dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR) tienen efecto sobre el porcentaje de preñez a la IATF. Sus resultados mostraron que las vacas con mayor a 72 días desde el parto a la aplicación del CIDR tenían mayor porcentaje de preñez a la IATF que con menores o iguales a 72 días. No tenemos una explicación sencilla por no haber

tenido diferencia en preñez a la IATF y en el retorno entre vacas primíparas y multíparas de parición temprana. No consideramos que sea la diferencia de 10 días del intervalo parto-destete temporario el responsable de este resultado, pero hay que tener presente que en el trabajo de Stevenson y col. (2015) no se realizó destete a corral. Pero sí había una diferencia de 32 (Experimento II) y 22 (Experimento III) días más respecto a las vacas multíparas de parición tardía. Esto sí podría ser una explicación de la diferencia obtenida entre estas tres categorías en el presente Proyecto.

Por último, todas las IATF se realizaron alrededor del 21/12 de cada año. La estación del año afecta la reactivación de la ciclicidad en bovinos por exposición a los días largos (fotoperíodo). Las vacas con «día largo» disminuyen el intervalo parto-1º celo, parto-ovulación, días a la concepción, tanto en primíparas como en multíparas, con respecto al fotoperíodo «natural» (Hansen y Hauser, 1984). Yavas y Walton (2000) consideran a la estación del año junto a la edad de la vaca como factores mayores que afectan el anestro posparto, al mismo nivel que el amamantamiento y la nutrición. Nuestro Proyecto no tuvo un tratamiento que fuera con servicio natural y que los terneros se mantuvieran al pie de la madre (Testigo).

Los resultados presentados en el Cuadro IX corresponden a un experimento piloto realizado 2 años antes de presentar este Proyecto. Los tratamientos con destete precoz e hiperprecoz junto a IATF (Tratamiento Convencional. Ver Capítulo III) fueron similares al protocolo DTC-MAP7 de los Experimento III y IV del presente Proyecto con la diferencia que en este experimento piloto los terneros no volvían con sus

Cuadro IX. Porcentaje de preñez a los 30 y 60 días de la IATF y pesos al destete (kg, media ± DE) con vacas multíparas británicas en los Experimentos I (Trat 1 = IATF + Destete precoz y Trat 2 = Servicio Natural) II (Trat 1 = IATF + Destete hiper-precoz y Trat 2 = Servicio Natural).

	Experimento I		Experimento II	
	Trat 1 (n=32)	Trat 2 (n=35)	Trat 1 (n=29)	Trat 2 (n=27)
% Preñez a 30 días	62,5 a	17,1 b	46,7 a	7,0 b
% Preñez a 60 días	96,9 c	80,0 d	93,3 a	67,9 b
Peso al destete (kg)	154 ± 28,3 a	204 ± 28,5 b	139 ± 24,2 a	174 ± 26,3 b

a,b: letras diferentes en la misma fila dentro de experimento indican diferencias estadísticas (P<0,05); c,d: letras diferentes en la misma fila dentro de experimento indican diferencias estadísticas (P<0,07).

Adaptado de Rodríguez Blanquet y col. (2014).

madres. Las vacas del tratamiento de servicio natural se manejaron junto con las del tratamiento que se aplicaba los destetes correspondientes. Por esta razón podemos suponer que al realizar el protocolo DTC-MAP7 en vacas primíparas y múltiparas de parición temprana, como en vacas múltiparas de parición tardía, se esperarían mayores porcentajes de preñez a la IATF y a los 60 días de la misma que los obtenidos con un servicio natural en el mismo período, pero con menores pesos al destete.

En base a la diferencia en pesos al destete entre los tratamientos de destete temporario con tablilla nasal y a corral de este Proyecto, podríamos suponer que los pesos al destete del protocolo DTC-MAP7 siempre serán menores a los de un tratamiento que se mantenga el ternero al pie de la madre. Pero no tan menores como la información dada en el Cuadro IX ya que los terneros vuelven a amamantar a los 15 días. Quintans y col. (2008) demostraron que hay una baja en la producción de leche durante el período de separación del ternero de su madre. Pero este, al volver a amamantar, la producción de leche vuelve en pocos días a los niveles de las madres que no fueron nunca separadas de sus terneros. Los menores pesos al destete obtenidos en las vacas múltiparas de parición tardía (Cuadro VI) respecto a las tempranas se deben simplemente a que esos terneros tenían menor edad al momento de realizar el destete definitivo. Esos pesos son los reales, no son corregidos.

En nuestra opinión, consideramos que el uso de los resultados de este Proyecto es una herramienta de manejo más, fundamental, en el rodeo de cría ya que se incrementaría el porcentaje de preñez general como también se controla la fecha de concepción y por ende la de parto (Capítulo II). Y si a esto le agregamos que se mantienen y se compran menos toros como también la posibilidad de uso de genes de alto valor biológico que considere cada empresa pecuaria en particular, es posible pensar que esta tecnología tendrá un impacto económico muy importante en el rodeo de cría.

PROPUESTA DE UN MANEJO DEL SERVICIO PARA UN RODEO DE CRÍA

El uso de protocolos que utilicen sincronización y/o inducción de ovulaciones dan más oportunidades de concepción en el mismo período del servicio natural y por lo tanto incrementan el porcentaje de preñez final. Además, se puede controlar la fecha de parto de una vaca. Esta fecha determina su producción de por vida (kg de ternero destetado), así como la de su progenie como futura vaca de cría y novillo (Capítulo II). Por lo tanto, poder controlar la fecha de concepción y por ende la fecha de parto es otro objetivo deseable en el manejo de un rodeo de cría. Los resultados de este Proyecto muestran que se puede sincronizar ovulaciones en vaquillonas usando el protocolo MAP7-DC (Experimento I) e inducir ovulaciones en vacas con ternero al pie (Experimentos II, III y IV) usando el protocolo DTC-MAP7, con éxito en productividad. Se agrega que al realizar inseminación artificial en todo el rodeo se puede introducir material genético elegido por el empresario rural, así como mantener y comprar menos toros. Estos tres hechos, como además los expresados en el Capítulo I, harán una mejora biológica y muy posiblemente económica a la empresa pecuaria. En base a esto estamos proponiendo el uso de estos protocolos en todo un rodeo de cría siempre teniendo presente una adecuada nutrición, sanidad y manejo general.

Se harían los tratamientos de forma que el primer día de servicio que el productor decida, se insemine las vaquillonas (se pueden incluir vacas falladas) (Experimento I), vacas primíparas (Experimento II), vacas múltiparas de parición temprana (Experimento III) y las vacas que tuvieran 30 días mínimo al momento de realizar el destete temporario a corral (Experimento IV). El resto de las vacas entrarían en el programa de IATF más tarde (posiblemente alrededor de un mes si se tiene un período de parición concentrado (de alrededor de 100 días) cuando sus terneros tengan un mínimo de alrededor de 30 días de edad al momento del destete temporario (Experimento IV). También en hembras ciclando normalmente se podría usar uno de los protocolos de uso de PGF2 α (dos dosis consecutivas con diferencia de

14 días). Este protocolo presenta ventajas sobre los clásicamente recomendados (Rodríguez Blanquet, 2003).

Podría no considerarse adecuado comenzar el servicio de las vaquillonas el mismo día de las vacas paridas. Esta práctica de manejo fue propuesta por un investigador (Dr. James Wiltbank) hace muchos años donde las vaquillonas tenían 15 meses promedio de edad y con buenas condiciones nutricionales. Para las condiciones de manejo del rodeo de cría en campo natural, en vaquillonas de 2 años de edad al primer servicio, hay que considerar las condiciones nutricionales que dispondrá en el siguiente año esa futura vaca primípara. Entonces no sería un error técnico, en determinadas circunstancias, comenzar el servicio de las vaquillonas junto al de las vacas paridas e incluso luego de las mismas. Esto es debido a que la categoría de vaca primípara tiene diferentes necesidades energéticas y proteicas que el resto de las categorías porque todavía están creciendo como además lactando.

En base a los resultados de este Proyecto, dependiendo de la distribución de los partos en cada caso particular, podríamos obtener un mínimo de 70% de preñez general en el primer mes de servicio teniendo en consideración la nutrición (estática y dinámica), sanidad, manejo general del rodeo, fertilidad inherente del toro o toros usados tanto en la IA como en el repaso, así como todo lo necesario para realizar correctamente la técnica de IA.

Pero no hemos demostrado que pasa con el DTC-MAP7 en un gran volumen de terneros. Puede existir el problema que algunas vacas no reconozcan a sus terneros. Consideramos que hemos evitado este problema haciendo que el día de colocación del DILP (a los 5 días de haber comenzado el DT) se junte las vacas con sus terneros por algunas horas en un espacio pequeño. Además, se colocó en el alambrado una malla de plástico a la altura de la ubre de la vaca. De esa forma el ternero tenía contacto visual y olfativo con la madre en todo el período de separación, pero no podía tomar la posición de amamantamiento. Griffith y Williams (1996) publicaron que la vaca mostraba similar pulsatilidad de LH si el ternero no amamantaba (destetado) y/o no tomaba la posición de amamantamiento. Se agrega los resultados del trabajo de Lamb y col. (1999) donde

demuestran que el intervalo parto-ovulación no tiene diferencia estadística entre los terneros destetados y los terneros que no se les permite tomar la posición de amamantamiento. En ambos experimentos la vaca podía ver y oler a su ternero. Además, al terminar las IATF en este Proyecto, se juntaban vacas y terneros en un piquete pequeño hasta el día siguiente en que iban al potrero que les correspondía.

También habría otras alternativas para seguir inseminando las hembras que no se hubiesen preñado en la IATF. Estas hembras inseminadas mostrarían celo entre los días 17 a 25 posteriores al día de la IATF con una concentración de los mismos los días 20 a 22. Se podría inseminar con la regla AM/PM o solamente los días de concentración esos celos (día 20 a 22). Los días previos y posteriores lo harían los toros de repaso. Otra alternativa es colocar un dispositivo intravaginal liberador de progestinas el día 15 de la última inseminación y extraerlo el día 20. Luego inseminar por los siguientes 5 días con la regla AM/PM. Con este forma de tratar de inseminar el retorno no habrá folículos persistentes, porque está demostrado que hasta los 5 días esta clase de folículos no pierden fertilidad (Austin y col., 1999).

Investigadores brasileños han propuesto otra alternativa. Ellos publicaron no realizar nada hasta el día 30 de la IATF (Baruselli y col., 2015). En ese momento realizar una ecografía. A las vacas falladas (30 días de la IATF) se les realiza un protocolo de IATF. También se podría, de la misma manera, realizar una tercera IATF. No estamos de acuerdo con esta medida de manejo. Esto nos presenta dos problemas. Uno es que no sabemos si el protocolo DTC-MAP7 deja ciclando por todo el período de servicio a las vacas que no se preñaron a la primera inseminación. Pero si no fuera así habría que separar nuevamente a los terneros. Esto tendría consecuencias sobre el peso del ternero que no sabemos a donde podrían llegar. La segunda, y sin la menor duda la más importante, radica en que podríamos dejar pasar celos fértiles del repaso. Es decir, perderíamos una posibilidad de preñez que redundará en el siguiente peso al destete, posiblemente en el porcentaje total de preñez dependiendo del largo del servicio, en la producción de por vida de esa vaca como también en la futura vida productiva de su progenie. Pero la propuesta dada por estos investigadores brasileños tiene su razón ya que

ellos trabajan con vacas cebuinas. Estas vacas, en un porcentaje relativamente alto, comienzan y terminan el celo en la noche (Pinheiro, 1998).

Estos mismos investigadores, recientemente, trataron de salvar este inconveniente. Dos protocolos recientes, desarrollados en Brasil, que comienzan antes del diagnóstico de preñez (14 o 22 días después de la IATF) han reducido el intervalo entre la IATF y la re-inseminación a 24 y 32 días, respectivamente (Baruselli et al., 2017). La novedad del protocolo de 24 días es el uso de la ecografía Doppler 22 días después de la IATF para el diagnóstico de preñez; un área de CL de ≥ 2 cm² y/o un flujo de sangre al CL de $\geq 25\%$ son suficientes para realizar un diagnóstico positivo de preñez.

Por último, los resultados de este Proyecto también podrían usarse solamente en grupos de vacas que tienen más dificultad en preñarse como son las vacas primíparas y las múltíparas de parición tardía. También le servirían a un productor que pretenda disminuir rápidamente el largo de su período servicio, que tenga un alto porcentaje de partos al final del período de parición y/o ser usados conjuntamente con destete precoz e hiperprecoz.

INVESTIGACIONES FUTURAS

Aunque los resultados reproductivos de los protocolos MAP7-DC (Experimento I) y DTC-MAP7 (Experimentos II, III y IV) son muy alentadores, más cuando se parte de vacas en anestro, todavía quedan dudas si no es posible mejorarlos desde el punto de vista productivo y reproductivo.

Es así que proponemos algunas líneas de investigación que consideramos habría que abordar.

- Adjuntar el Efecto Toro en los protocolos MAP7-DC (vaquillonas, fundamentalmente prepúberes) y DTC-MAP7 (vacas paridas).
- Disminuir el intervalo desde el comienzo del DT al momento de la colocación del dispositivo intravaginal liberador de progestinas en el protocolo de 7 días y a corral. Es posible pensar que disminuyendo este intervalo mejoraría los pesos al destete.
- Con este protocolo se realizó la IATF desde las primeras horas de la mañana. No se determina celo 12 horas previas a la IATF ni en la mañana de comienzo de la misma. Entonces posiblemente una forma de incrementar los índices reproductivos obtenidos es determinando cuando ovulan las que no muestran así como las que muestran celo. De esta forma se podría determinar el momento óptimo de la IA en cada una de esos dos grupos de vacas.
- Del punto anterior, las hembras que no muestra celo o menor borrado de la pintura a las 72 horas (pintura intacta o menor al 30%) si es necesario inyectar GnRH al momento de la IATF así como el momento (horas) que habría que realizar la IATF luego de haber inyectado esa hormona.
- Evaluar la posibilidad de no detectar celo. Esto se haría pintando el anca de la vaca con pintura a la extracción del DILP. Se separan las hembras con la pintura borrada del día 8 inseminando a la tarde. El día 9 se insemina todas las hembras con la pintura raspada en la mañana desde las 11 horas y el día 10 el resto de las vacas.
- Estudiar un mejor sistema de alimentación de los terneros mientras estén en el corral por 15 días a los efectos que ganen peso durante ese período para que sus pesos al destete definitivos sean en lo posible comparables a los que estuvieron todo el tiempo al pie de la madre.
- Comparar el protocolo DTC-MAP7 contra otro similar, pero teniendo una separación de la vaca y su ternero de tal forma que no se pueden ver, oír ni olfatear.
- Evaluar el efecto positivo, neutro o negativo sobre la fertilidad al sincronizar o no la onda folicular con GnRH en el protocolo de uso de dispositivos intravaginales por espacio de 5 días.
- En la comparación de diferentes protocolos habría que evaluar el uso de la hormona eCG.
- Comparar el protocolo J-SYNCH (propuesto por Bo y col., 2016), pero modificado por el Dr. Menchaca (2017) contra el protocolo MAP7-DC en vaquillonas ciclando normalmente y el DTC-MAP7 en vacas en anestro con cría al pie. Similares comparaciones con evaluación ovárica a mitad del entore, destete temporario (corral o tablilla), destete precoz, destete hi-

per-precoz convencional y obviamente contra servicio natural.

- Evaluar el efecto del tratamiento de 7 días y a corral sobre el crecimiento de la ternera/o y reproducción y producción como vaquillona y novillo respectivamente.
- Evaluar el efecto de una dieta sólida a edad temprana sobre el intestino delgado. Nos quedan dudas si el cambio de una alimentación láctea a una sólida, fundamentalmente en los terneros destetados a los 30 días, afecta la mucosa intestinal. Esto podría disminuir la absorción de nutrientes por el resto de sus vidas.
- Evaluar la aplicación de una dosis de BE mayor (1 mg/ml) como inductor de la ovulación en vez de 0,5 mg/ml. Tal vez esto crearía un ambiente estrogénico mayor previo a la IATF que redundaría en mayor porcentaje de preñez.
- Refrendar si en vacas multíparas no presentas celo 48 horas antes de la IATF. Esto posibilitaría realizar el Protocolo Convencional Reformulado sin determinación de celo.
- Realizar un análisis económico del uso de estos protocolos comparado con otras alternativas reproductivas (por ej. evaluación ovárica a mitad del entore, destete temporario, destete precoz e hiper-precoz convencional) y obviamente con servicio natural.

BIBLIOGRAFÍA

- AUSTIN, E.J.; M. MIHM; M.P. RYAN; D.H. WILLIAMS and J. ROCHE (1999). Effect of duration of dominance of the ovulatory follicle on onset of estrus and fertility in heifers. *J. Anim. Sci.* 77: 2219-2226.
- BARUSELLI, P.; L.M. VIERA; M.F. Sa FILHO y M.O. MARQUEZ (2015). Programas de re-sincronización en vacas de carne y leche. *XI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba. Argentina. pp 235-256.
- BARUSELLI PIETRO SAMPAIO, FERREIRA ROBERTA MACHADO, COLLI MARCOS HENRIQUE ALCANTARA, ELLIFF FLÁVIA MORAG, SÁ FILHO MANOEL FRANCISCO, VIEIRA LAIS, GONZALES DE FREITAS BRUNO (2017). Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Anim Reprod*, 14:558-571.
- BAVERA, G. (2008). Destete hiperprecoz. Cursos Producción Bovina de Carne, FAV. UNRC. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/destete/destete/hiperprecoz>.
- BO, G; J.J. de la MATA; P. BARUSELLI and A. MENCHACA (2016). Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle. *Theriogenology* (86): 388-396.
- BOSSIS I; S.D. WELTY; R.P. WETTEMANN; J.A. VIZCARRA; J.C. SPICER and M.G. DISKIN (1999). Nutritionally induced anaovulation in beef heifers ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *J. Anim. Sci.* 77: 1536-1546.
- BOSSIS I; R.P. WETTEMANN; S.D. WELTY; J.A. VIZCARRA and J.C. SPICER (2000). Nutritionally induced anaovulation in beef heifers ovarian and endocrine function during re-alimentation and resumption of ovulation. *Biol Reprod*. 62: 1436-1444.
- DAY M. and L.H. ANDERSON (1998). Current concepts on the control of puberty in cattle. *J. Anim. Sci.* 76 (Suppl. 3): 1-15.
- DISKIN, M.G.; D.R. MACKEY; J.F. ROCHE and J.M. SREENAN (2003). Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Rep. Sci.* 78:345-370.
- DORSEY B.R.; R. KASIMANICKAM; W. D. WHITTIER; R.L. NEBEL; M.L. WAHLBERG and J.B. HALL (2011). Effect of time from estrus to AI on pregnancy rates in estrous synchronized beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 127:1- 6.
- DUNN, T. and C.C. KALTENBACH (1980). Nutrition and the postpartum interval of the sow, sheep and cow. *J. Anim. Sci.* 51 (Suppl.II): 29-39.
- DUNNE, L.D.; M.G. DISKIN and J.M. SREENAN (2000). Embryo and foetal loss in beef heifers between day 14 of gestation and full term. *Anim. Reprod. Sci.* 58: 39-44.
- FIKE, K; M. DAY; E. INSKEEP; J. KINDER; P. LEWIS; R. SHORT and H. HAFS (1997). Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.* 75:2009- 2015.
- FIKE, K.; M.E. WEHRMAN; E.G. LINDSEY; E.G.M. BERGFELT; E.J. MELVIN; J.A. QUINTAL; E.L. ZANELLA; F.N. KOJIMA and J. KINDER (1999). Estrus synchronization of beef cattle with a combination of melengestrol acetate and an injection of progesterone and 17 α -Estradiol. *J. Anim. Sci.* 77:715-723.
- GARCÍA-WINDER, M.; P.E. LEWIS; D.R. DEEVER; V.G. SMITH; G.S. LEWIS and E.K. INSKEEP (1986).

- Endocrine profiles associated with life span of induced corpora lutea in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 62:1353-1362.
- GARCÍA-WINDER, M.; P.E. LEWIS; E.C. TOWNSEND and E.K. INSKEEP (1987). Effect of norgestomet on follicular development in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 64: 1099-1109.
- GRAVES, W.M.; H.H., DOWIEN; K.C. LAMAR; D.I. JOHNSON; A.M. SAXTON and M.J. MONTGOMERY (1997). The effect of artificial insemination once versus twice per day. *J. Dairy Sci.* 80: 3068-3071.
- GRIFFITH, M.K. and G.L. WILLIAMS (1996). Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of LH secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cattle. *Biol. Reprod.* 54:761-768.
- HANSEN, P. and E.R. HAUSER (1984). Photoperiodic alteration of postpartum reproductive function in suckled cows. *Theriogenology* 22: 1-7.
- HURNIK, J.F.; G.J. KING and H.A. ROBERTSON (1975). Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Appl. Anim. Ethol.* 2: 55-68.
- IMAKAWA, K; M.L. DAY; D.D. ZALESKY; M. GARCIA-WINDER; R.J. KITTOK and J.E. KINDER (1984). Influence of exposure to bulls on resumption of estrus cycles following parturition in beef cows. *J. Anim. Sci.* 59: 1135-1139.
- INSKEPE, K.; T.D. BRADEN; P.E. LEWIS; M. GARCÍA-WINDER and G.D. NISWENDER (1988). Receptors for luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone in largest follicles of postpartum beef cows. *Biol. Reprod.* 38: 587-591.
- JINKS, E.M.; M.F. SMITH; J.A. ATKINS; K.G. POHLER; G.A. PERRY M.D.; M.D. MACNEIL, A.J. ROBERTS, R.C. WATERMAN, L.J. ALEXANDER and T.W. GEARY (2013). Preovulatory estradiol and the establishment and maintenance of pregnancy in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 91: 1176-1185.
- KINDER, J.E.; E.G.M. BERGFELT; M.E. WEHRMAN; K.E. PETER and F.N. KOJIMA (1995). Endocrine basis for puberty in heifers and ewes. *J. Reprod. Fertil.* (Suppl) 49:393-407.
- KOJIMA F.N.; J.R. CHENAULT; M.E. WEHRMAN; E.G.M. BERGFELT; A.S. CUPP; L.A. WERTH; D. MARISCAL; T. SANCHEZ; R.J. KITTOK and J.E. KINDER (1995). Melengestrol acetate at greater doses than typically used for estrous synchrony in bovine females does not mimic endogenous progesterone in regulation of secretion of luteinizing hormone and 17 α -estradiol. *Biol. Reprod.* 52: 455-463.
- LAMB, G.C.; B.M. MILLER; LYNCH J.M.; K.E. THOMPSON; J.S. HELDT; C.A. LOEST; D.M. GRIGER; J.S. STEVENSON (1999). Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anaovulation. *J. Anim. Sci.* 77:2207-2218.
- LEONARDI C.E.; L.F. PFEIFER; M.I. RUBIN; J. SINGH; R.J. MAPLETOFT; G.A. PESSOA; A.M. BAINY and C.A. SILVA (2012). Prostaglandin F2 α promotes ovulation in prepuberal heifers. *Theriogenology* 78:1578-1582.
- MADSEN, C.A.; G.A. PERRY; C.L. MOGCK; R.F. DALY; M.D. MACNEIL and T.W. GEARY (2015). Effects of preovulatory estradiol on embryo survival and pregnancy establishment in beef cows. *Anim. Rep. Sci.* 158: 96-103.
- MANN, G.E. and G.E. LAMMING (1999). The influence of progesterone during early pregnancy in cattle. *Reprod. Domest. Anim.* 34:269-274.
- MENCHACA, A.; R. NUNEZ-OLIVERA; C. GARCIA PINTOS; F. CUADRO; D. BOSOLASCO; F. FABINI; S. DUTRA; J.J. de la MATA y G. BO (2017). Efecto de la prolongación del proestro en la fertilidad de los programas de IATF. *XII Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba, Argentina. pp 191-215.
- NEBEL, R.L.; W.L. WALTER; M.I. MCGILIARD; C.H. ALLEN and G.S. HECKMAN (1994). Timing of artificial insemination in dairy cows: Fixed time once daily versus morning and afternoon. *J. Dairy Sci.* 77: 3195-3191.
- PERRY, G.A.; M. SMITH; M. LUCY; J. GREEN; T. PARKS; M.D. MACNEIL; A.J. ROBERTS and T. GEARY (2005). Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102: 5268-5273.
- PFEIFER L.F.; L.G.; SIQUEIRA; R. MAPLETOFT; J.P. KASTELIC; G.P. ADAMS; M. G. COLAZO and J. SINGH (2009). Effects of exogenous progesterone and cloprostenol on ovarian follicular development and first ovulation in prepubertal heifers (2009). *Theriogenology* 72: 1054-1064.
- PFEIFER, L.E.M.; C.E.P. LEONARDI; N.A. CASTRO; J.H.M. VIANA; L.G.B. SIQUERA; E.M. CASTILHO; J. SINGH; R.H. KRUSSER and M.I.B. RUBIN (2014). The use of PGF2 σ as ovulatory stimulus for timed artificial insemination in cattle. *Theriogenology* 81:689-695.
- PINHEIRO, O.; C., BARROS; R., FIGUEREDO; E. VALLE; R., ENCARNACAO; C. PADOVANI (1998). Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2 α or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, 49: 667 - 681.
- QUINTANS, G. (sin año). Manejo del rodeo de cría. Destete Precoz. INIA. Uruguay. *Cartilla N°2*.
- QUINTANS, G.; G. BANCHERO; M. CARRIQUIRY; C. LOPEZ; F. BALVI (2008). Efecto de la condición

- corporal y la restricción del amamantamiento con y sin presencia del ternero sobre la producción de leche, anestro posparto y crecimiento del ternero. *Seminario de actualización Técnica: Cría Vacuna. Serie Técnica 174:172-181.*
- RANDEL, R.D. (1990). Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim Sci.* 68:853-862.
- RASBY, R.J.; M.L. DAY; S.K. JOHNSON; J.E. KINDER; J.M. LYNCH; R. E. SHORT; R.P. WETTEMANN and H.D. HAFS (2010). Luteal function and estrus in peripubertal beef heifers treated with an intravaginal progesterone releasing device with or without a subsequent injection of estradiol. *Theriogenology* 50: 55-63.
- RICHARD, M.W.; R.P. WETTEMANN; J.C. SPICE and G.L. MORGAN (1991). Nutricional anestrus in beef cows effects of body condition and ovariectomy on serum luteinizing hormone and insuline-like growth factor-I. *Biol. Reprod.* 44: 961-966.
- ROBBINS, R.K.; J.J. SULLIVAN; M.M. PACE; F.L. ELLIOT; D.E. BARLETT and P.J. PRESS (1978). Timing the insemination of beef cattle. *Theriogenology* 10: 247-255.
- ROCHE, J.F.; M.A. CROWE and M.P. BOLAND (1992). Postpartum anestrus in dairy and beef cows. *Anim. Rep. Sci.* 28:371-378.
- RHODES, F.M.; I.A. FITZPATRICK; K.W. ENTWISTLE and G. De ATH (1995). Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. *J. Reprod. Fertil.* 104: 41-49.
- RHODES, F.M.; K.W. ENTWISTLE and J.F. KINDER (1996). Changes in ovarian function and gonadotrophin secretion preceding the onset of nutritionally induced anoestrus in *Bos indicus* heifers. *Biol. Reprod.* 55: 1437-1443.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. (2003). Métodos de uso de prostaglandina F2a para sincronizar celos y ovulaciones en bovinos de carne: una Discusión Crítica. *Agrociencias VII* (1):92-104.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B. (2008). Tratamientos hormonales en vacas para carne (*Bos taurus*) en anestro con cría al pie para mejorar su comportamiento productivo y reproductivo. *Seminario de Actualización técnica: Cría vacuna. Serie Técnica 174.* INIA Treinta y Tres. pp 189-199.
- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B.; T. D'AMADO; J. ECHEGOYEN; J.C. RODRÍGUEZ; C. BATISTA; E. VAN LIER; A. GÓMEZ y BENTANCUR (2014). Evaluación de destete precoz e hiperprecoz a vacas multíparas junto a un protocolo de IATF sobre su actividad productiva y reproductiva. 37º Congreso Argentino de Producción Animal – 2nd Joint Meeting ASAS-AAPA y XXXIX Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal: RF 468.
- RODRÍGUEZ BLANQUET, J.B.; T. D'AMADO; C. BATISTA; S. MÉNDEZ; E. VAN LIER; A. GOMEZ y O. BENTANCUR (2015). Evaluación del grado de despintado en la base de la cola sobre el porcentaje de preñez usando protocolos de IATF en vacas Aberdeen Angus y Hereford (Análisis Preliminar). *Congreso Latinoamericano de Producción Animal* (CD).
- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B. (2015). Entore o Inseminación Artificial. *Revista del Plan Agropecuario.* N° 154:38-42.
- RUTTER, I.M. and R.D. RANDEL (1984). Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 58: 265-274.
- SAS Institute Inc. 1994. *SAS Guide to tabulate Processing*, Second Edition. Carry NC: 208pp.
- SHIVELY, T.E. and G.L. WILLIAMS (1989). Pattern of tonic luteinizing hormone release and ovulation in suckled anestrous cows following varying interval of temporary weaning. *Domest. Anim. Endocrinol.* 6:379-387.
- SHORT R.E.; R.A. BELLOWS; R.B. STAIGMILLER; J.G. BERARDINELLI and E.E. CUSTER (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim Sci.* 68: 799-816.
- STEVENSON, S.; L. HILL; G.A. BRIDGES; J.E. LARSON and G.C. LAMB (2015). Progesterone status, parity, body condition, and days postpartum before estrus or ovulation synchronization in suckled beef cattle influence artificial insemination pregnancy outcomes. *J. Anim. Sci.* 93: 2111-2123.
- VIZCARRA, J.A., W. IBÁÑEZ; R. ORCASBERRO (1986). Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas* 7 (1): 45-47.
- VIZCARRA J.A. and R.P. WETTEMANN (1996). Reproducibility, Repeatability, and Degree of Expertise Required to Assess Body Condition Score in Beef Cattle. *The Prof. Anim. Sci.* 12: 28-31.
- WETTEMANN R.P.; G.M. HILL; M.E. BOYD; J.C. SPICER; D.W. FORREST and W.F. BEAL (1986). Reproductive performance of postpartum beef cows after shortterm calf separation and dietary energy and protein supplementation. *Theriogenology* 26: 433- 443.
- WELSH, T.H. Jr.; L.Z. ZHUANG and A.J. HSUEH (1983).

- Estrogen augmentation of gonadotropin-stimulated progesterin biosynthesis in cultured rat granulosa cells. *Endocrinology* 112: 1916-1924.
- WILLIAMS, G.L.; O.S. GAZAL; G.A. GUZMAN VEGA and R.L. STANKO (1996). Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim. Rep. Sci.* 42: 289-297.
- WRIGHT, I.; S.M. RHIND; A.J.F. RUSSEL; T.K. WHYTE; A.J. McBEAN and S.R. McMILLEN (1987). Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum period and associated LH, FSH, prolactin concentrations in beef cows. *Anim. Prod.* 45:395-402.
- WRIGHT, I.; S.M. RHIND; T.K. WHYTE; A.J. and A.J. SMITH (1992). Effects of body condition at calving and feeding level after calving on LH profiles and the duration of the post-partum anoestrous period in beef cows. *Anim. Prod.* 55: 41-46.
- YAVAS, Y. and J.S. WALTON (2000). Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology* 54: 25-55.

INIA Dirección Nacional
Avenida Italia 6201,
Ed. Los Guayabos,
Parque Tecnológico LATU.
Montevideo
Tel.: 2605 6021
inia@inia.org.uy

INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km 11
Colonia
Tel.: 598 4574 8000
Fax: 598 4574 8012
iniale@le.inia.org.uy

INIA Las Brujas
Ruta 48, Km 10
Canelones
Tel.: 598 2367 7641
Fax: 598 2367 7609
inia_lb@lb.inia.org.uy

INIA Salto Grande
Camino al Terrible
Salto
Tel.: 598 4733 5156
Fax: 598 4732 9624
inia_sg@sg.inia.org.uy

INIA Tacuarembó
Ruta 5, Km 386
Tacuarembó
Tel.: 598 4632 2407
Fax: 598 4632 3969
iniatbo@tb.inia.org.uy

INIA Treinta y Tres
Ruta 8, Km 281
Treinta y Tres
Tel.: 598 4452 2023
Fax: 598 4452 5701
iniatt@tyt.inia.org.uy

www.inia.uy